โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องอบไล่ความชื้นฝักมะขาม

IMPROVEMENT OF THE POD DRYER MACHINE OF THE TAMARIND

โดย

นาย อภิรักษ์ ศรีชมภู

รหัส 39030629

A022564

เลขหมู่ 22564

เลขทะเบียน

วัน เดือน ปี -7 ก.ค. 2541

โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สาขา ศิลปอุตสาหกรรม ภาควิชา ครุศาสตร์สถาปัตยกรรม

คณะ ครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

INDUSTRIAL DESIGN EDUCATION PROJECT : IMPROVEMEMT OF POD DRYER MACHINE OF THE TAMARIND

MR. APIRAK SRICHONPOO

A THESIS SUBMITTEN IN PARTIAL FULFILIMENT OF THE REQUIMENT

FOR THE DEGREE

BACHELOR OF SCIENCE IN INDUSTRIAL DESIGN EDUCATION

DEPARTMENT OF ARCHITECTURAL EDCATION

FACULTY OF INDSTRIAL EDUCATION

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

1998

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ เครื่องอบไล่ความชื้นของฝักมะขาม

นักศึกษา นายอภิรักษ์ ศรีชมภู

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาศิลปอุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

	รายชื่อ	ลงนาม
อ. อุดมศักดิ์	สาริบุตร	
อ. สถาพร	ดีบุญมี ณ ชุมแพ	
รศ.นพคุณ	สุขสถาน	
อ. มงคล	นภาชัยเทพ	
อ. ดารณี	เพ็งสะและ	
อ. ธเนศ	ภิรมย์การ	
อ. พิศุทธุ์	ศิริพันธุ์	
อ. นิรัช	สุดสังข์	
อ. ประวิทย์	เหลียงกอบกิจ	
อ. เอกชัย	เลิศชำชอง	
อ. ภุชงค์	โรจน์แสงรัตน์	
อ. จตุรงค์	เลาหะเพ็ญแสง	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 12 มี.ค. 61 เวลา 14:30 - 15:00 สถานที่สอบคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

(รศ.ดร.ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์)

คณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องอบไล่ความชื้นฝักมะขาม
นักศึกษา	นาย อภิรักษ์ ศรีชมภู
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	อาจารย์ จตุรงค์ เลาหะเพ็งแสง
ระดับการศึกษา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาศิลปอุตสาหกรรม ครุศาสตร์สถาปัตยกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.	2541

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการออกแบบปรับปรุงเครื่องอบไล่ความชื้นฝักมะขามที่มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบปรับปรุงผลิตภัณฑ์เดิมเพื่อให้มีประสิทธิภาพที่ดีสามารถขยายการใช้งาน ในเรื่องของจำนวนการอบในแต่ละครั้ง และเพื่อช่วยส่งเสริมการขายผลไม้ของเกษตรที่ปลูกอีกทั้งยังประกอบด้วยความปลอดภัยในการทำงาน และ ยังช่วยในการรักษาผลไม้ให้มีอายุในการบริโภคได้นานซึ่งในการออกแบบเน้นถึงโครงสร้าง รูปทรง ระบบการทำงาน การระบายความร้อน การรักษาอุณภูมิของอาหาร(มะขามแต่ละพันธุ์) วัสดุในการประกอบตัวเครื่อง และจำนวนการบรรจุมะขามในเครื่องอบไล่ความชื้น ซึ่งการอบไล่ความชื้นของมะขามแต่ละพันธ์ย่อมมีอุณภูมิที่ใช้ในการอบแตกต่างกัน ซึ่งเครื่องอบไล่ความชื้นนี้ต้องมีความสามารถที่จะปรับอุณภูมิความร้อนที่แตกต่างกัน

ซึ่งในการออกแบบนั้นต้องเน้นถึงการเลือกใช้วัสดุ และ ระบบการทำงานที่เหมาะสมและยังสามารถบรรจุมะขามที่ใช้ในการอบไล่ความชื้นได้อย่างมีประสิทธิภาพในการไล่ความชื้นของมะขามในแต่ละพันธุ์นั้นจำต้องมีการปรับอุณภูมิให้เหมาะสมต่อการทำงานซึ่งเครื่องอบไล่ความชื้นฝักมะขามนั้นจำเป็นจะต้องมีความสามารถและประสิทธิภาพในการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ

วิธีการดำเนินการวิจัย เริ่มจากการสำรวจรวบรวมข้อมูลเรื่องพันธุ์มะขามและระบบการทำงานรวบรวมข้อมูลจากเอกสารการวิจัยที่มีอยู่แล้ว และ ผลิตภัณฑ์ข้างเคียงที่มีในท้องตลาดและศึกษาระบบการทำงาน การควบคุมความร้อน และการระบายความชื้นในตู้อบ เพื่อนำเสนอข้อมูล ข้อมูลเบื้องต้น วิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุ กรรมวิธีการผลิต การวิเคราะห์การเลือกใช้วัสดุ การเลือกใช้โครงสร้างของตัวเครื่อง เพื่อการออกแบบที่จะนำไปใช้ในการออกแบบ และนำไปสู่การสรุปผลการวิเคราะห์ การออกแบบ การเขียนแบบเพื่อการผลิต การนำเสนอข้อมูลฉบับสมบูรณ์ บทคัดย่อ หุ่นจำลอง และแผ่นนำเสนอข้อมูล ที่จะสามารถทำให้เข้าใจในงานวิจัยมากยิ่งขึ้น ผลการวิจัยปรากฏว่ามีมะขามที่ใช้ในการอบนั้นมีทั้งสิ้นประมาณ 11พันธุ์ มะขามเป็นพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบผสม ดอกจะบานในปลายเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน ฝักมะขามจะมีความยาว 7.5-20 ซ.ม การอบไล่ความชื้นมะขามนั้นใช้คลื่นความร้อนในการอบไล่ความชื้น วัสดุที่ใช้ในการผลิตโครงสร้างผลิตจากโลหะประเภทเหล็กมีการอัดใยแก้วกันความร้อนกระจายออกสู่ภายนอกจากการออกแบบจะเห็นได้ว่าเครื่องอบไล่ความชื้นนั้นเน้นถึงการบรรจุมะขามในการอบแต่ละครั้งเพื่อที่จะสามารถขยายจำนวนการอบของมะขามให้มากขึ้นและได้ตู้อบที่มีประสิทธิภาพในการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis title	Improvement of the pod dryer machine of the tamarind
Student	Apirak srichompoo
Advisor	Jaturong lohapengsaan
Level of study	Bachelor of science industrial education (Industrial design)
	B.S.I. Ed (Industrial design)
Department	Achitectural Education,King Mongkut's Institute of Technology
	Ladkradang.
Academic year	1998

Abstract

This project proposed improvement of the pod dryer machine of the tamarind tree. It was modified to extend its ability , times to dry, and had better efficiency.Moreover, to encourage the fruit sale of agriculturists, better safety, and to preserve the fruit. The designing emphasized all about its structure, its shape,systematic,heat ventilation, temperature preservation of the food (depends on tamarind's breed) , used material, and number of pod that could be put in the machine. The temperature used ineach drying is depended on the in the machine. The temperatrial , and number of pod that could be put in the machine . The temperature used in each drying is depended on the breed . Therefore, The dryermachine has to be able to set temperature.

In designing , It was emphasized in the meterial selestion, The suitable systematic , and the ability to contain tamarind's pod efficiently. To eliminate humidity of each breed of tamarind's .The temperature must be adjusted suitably for working. The dryer ust have capabilities and working efficiency.

The reseach progression started collecting about data of tamarind and The old - exist research document , related commercial products, process system, heat control, and humidity ventilation in the machine . In order to representation of basic data, material data analysis, production process.material selection analysis, structure selection. For design that would be used in the design and would be concluded to analysis result, design production schematic adrawing,complete report representation, abstract , model , and data

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

May and June . Its pod is usually 7.5 -20 centimeter long. The humidity drying used heat wave . The used material Was made from an iron that had been pressed with asbestos prevents the heat to leakoutside. Note that the design was emphasized in pod's containment each times to dry, to be able extend the number of drying pod and got the efficient dryer machine.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี เพราะได้รับความเมตตาจากอาจารย์ที่ให้ความกรุณาแนะนำแก่ผู้วิจัยตลอดมาผู้วิจัยรู้สึกทราบซึ่ง และขอกราบขอบพระคุณอย่างสูง

ขอขอบคุณ คุณอุดม , คุณบุญจิตต์ ศรีชมภู ที่คอยให้ความรู้เกี่ยวกับเรื่องของมะขามและแนะแนวทางให้

และสุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณผู้ที่ให้ทุนทรัพย์แก่ข้าพเจ้า ซึ่งได้แก่ บิดา มารดา พี่ และกำลังใจจากญาติๆ และ เพื่อนๆให้แก่ข้าพเจ้าจนวิทยานิพนย์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

นาย อภิรักษ์ ศรีชมภู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... I I

กิติกรรมประกาศ..... III

สารบัญ..... IV

สารบัญภาพ..... VI

สารบัญตาราง..... VII

บทที่ 1

1 บทนำ

เหตุผลในการนำเสนอ..... 1

วัตถุประสงค์ของโครงการ..... 2

ปัญหาที่เกิดขึ้น..... 2

แนวทางการแก้ปัญหา..... 2

วิธีดำเนินการวิจัย..... 5

ขอบเขตการศึกษาข้อมูล..... 5

ขอบเขตการออกแบบ..... 5

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 5

2เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

มะขามหวานพันธุ์ต่างๆ..... 6

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับความร้อน..... 10

อุปกรณ์ร้างความร้อน..... 19

ลวดความร้อนแบบเปลือย..... 13

ลวดความร้อนแบบกึ่งปิด..... 15

ลวดความร้อนแบบปิด..... 16

อุปกรณ์สร้างความร้อนโดยใช้คลื่นความถี่สูง..... 30

อุปกรณ์สร้างความร้อนโดยใช้สนามแม่เหล็ก..... 33

เทอร์โมสตัทชนิดแม่เหล็ก..... 35

เทอร์โมสตัสที่ใช้สารไว้ต่ออุณภูมิ..... 39

สวิตซ์ตัดวงจรอัตโนมัต..... 61

ชุดควบคุมความร้อน..... 68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

การอบแห้ง.....54

การถนอมอาหารโดยการใช้อุณภูมิ.....57

การทำให้อาหารแห้ง.....61

ความรู้เกี่ยวกับเหล็ก.....64

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....71

3 วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีการสำรวจรวบรวมข้อมูล.....72

แหล่งที่มาของข้อมูล.....72

แหล่งข้อมูล.....72

สถิติที่ใช้ในการวิจัย.....73

4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตารางวิเคราะห์.....76

ผลการวิเคราะห์.....76

การออกแบบ

SKETCH DESIGN.....82

PRESENTATION.....82

MODEL.....86

5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

สรุปผลวิจัย.....96

ข้อเสนอแนะ.....96

บรรณานุกรม.....97

ภาคผนวก.....98

ก. แบบขออนุมัติหัวข้อวิทยานิพนธ์.....99

ประวัติผู้เขียน.....102

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

หน้า

1 ภาพภายในตู้อบ.....2
2 ภาพการขึ้นรา.....3
3 ภาพแป้นวางมะขาม.....4
4 ภาพขดลวดความร้อนแบบเปลือย.....14
5 ภาพลวดความร้อนแบบกึ่งปิด.....15
6 ภาพแสดงโครงแท่งความร้อน.....16
7 ภาพลวดความร้อนแบบปิด.....17
8 ภาพหม้อหุงข้าวที่ใช้ลวดความร้อนแบบปิด.....17
9 ภาพลวดความร้อนในหลอดแก้ว.....18
10 ภาพลวดความร้อนในผ้าห่มไฟฟ้า.....18
11 ภาพลวดความร้อนที่ใช้ในเบาะไฟฟ้า.....19
12 ภาพเตาไมโครเวฟ.....20
13 ภาพเตาแม่เหล็กไฟฟ้า.....20
14 ลักษณะลวดความร้อนแบบเปลือย.....21
15 ลักษณะลวดความร้อนแบบกึ่งปิด.....22
16 ลักษณะลวดความร้อนแบบปิด.....22
17 เทอร์โมสตัส ชนิดไบ-เมทอลสตริป.....23
18 สารที่มีอณุภาพจะมีภาพเป็นแม่เหล็ก.....24
19 สารที่มีอณุภาพไม่เรียงกันจะไม่เป็นแม่เหล็ก.....24
20เทอร์โมสตัสยันคอนแทคเมื่อรับความร้อน.....25
21 เทอร์โมสตัสที่ใช้สารไว้ต่ออุณภูมิ.....26
22 วงจรการทำงานของเทอร์มิสเตอร์.....27
23 เทอร์โมดัมเบิล.....28
25 ส่วนประกอบภายในของสวิตซ์ตัดวงจร.....29
26 ภาพแสดงการไหลผ่านของขดลวด.....30
27 ภาพแสดงเมื่อมีกระแสไฟเกิน.....31
28 ภาพสวิตซ์ตัดวงจร.....31
29 ภาพชุดควบคุมความร้อน.....32

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

30 รูปแบบของ ไบ-เมทอล.....32
31 ระบบไบเมทอล.....33
33 สวิตซ์แม่เหล็ก.....33
34 ภาพสวิตซ์แบบไบ-เมทอล.....34
36 ส่วนประกอบของสวิตซ์แม่เหล็ก.....35
38 การทำงานของชุดควบคุม.....37
46 ภาพ sketch design.....82
47 ภาพ presentation.....82
48 ภาพ mode.....86
49 ภาพแบบร่าง.....90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

1 ตารางแสดงสภาพการปลูกมะขามหวาน.....53
2 ตารางแสดงอุณภูมิที่สัมพันธ์กับจุลินทรีย์.....60
3 ตารางแสดงความแตกต่างระหว่างตากและอบ.....62
4 ตารางแสดงเปรียบเทียบท่อกลมและท่อเหลี่ยม.....65
5 ตารางแสดงรายละเอียดของท่อเหล็ก.....67
6 ตารางแสดงขนาดและความหนาและน้ำหนัก.....68
7 ตารางวิเคราะห์โครงสร้าง.....76
8 ตารางวิเคราะห์โครงสร้างนอก.....77
9 ตารางวิเคราะห์โครงด้านในตู้.....78
10 ตารางวิเคราะห์จำนวนชั้นวาง.....79
11 ตารางวิเคราะห์ลักษณะถาดวาง.....80
12 ตารางวิเคราะห์ลักษณะแผงควบคุม.....81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญ

เพชรบูรณ์เป็นจังหวัดแรกทางภาคเหนือ ที่เป็นต้นกำเนิดของผลไม้ชนิดหนึ่งซึ่งมีชื่อเสียงอย่างมากส่งจำหน่ายทั่วประเทศไทยและเป็นผลไม้เศรษฐกิจของจังหวัด มะขามของจังหวัดเพชรบูรณ์ได้ขึ้นชื่อว่าเป็นมะขามที่หวานเพราะสภาพพื้นที่ของจังหวัดเพชรบูรณ์เหมาะแก่การเพาะปลูก

มะขามหวาน (วิจิตร โชควัฒนา 2534 หน้า 5-21)

มะขามหวาน มีชื่อทาง พฤษศาสตร์ว่า สวีท ทามารินด์ เป็นพืชที่เป็นใบผสม ดอกจะบานในปลายเดือน พฤษภาคม ถึง มิถุนายน ฝักหรือผลมะขามจะมีความยาวตั้งแต่ 7.5-20 เซนติเมตรฝักของมะขามมีลักษณะที่แบ่งแยกได้เป็น 2 ลักษณะ คือ 1. มะขามกระดาน 2.มะขามขี้แมวพันธุ์ของมะขาม มีทั้งหมดดังนี้

1. พันธุ์ศรีชมภู
2. พันธุ์น้ำผึ้ง
3. พันธุ์หมื่นจง
4. พันธุ์สีทอง
5. พันธุ์ขันตี
6. พันธุ์อินทผาลัม
7. พันธุ์เจ้าเนื้อเศรษฐกิจ
8. พันธุ์หลังแตก
9. พันธุ์เพชรเกษตร
10. พันธุ์ดุก
11. พันธุ์บ้านพระโรจน์

ซึ่งมะขามของจังหวัดนั้นจะส่งผลให้จังหวัดมีเงินหมุนเวียนอย่างมากดังนั้นการถนอมอาหารโดยการอบจึงเป็นวิธีที่ทำให้มะขามมีอายุอยู่ได้นานโดยไม่เสียรสชาติของผลไม้

การอบแห้ง (การถนอมผลิตผลการเกษตร บุหลัน พิทักษ์พล 2538 หน้า 38-40)

การใช้คลื่น ไมโคเวฟความถี่ 13 10 ไซเกิล จากความชื้น 90-95 ให้เหลือ 5-7 แต่การอบแห้งแบบคลื่นไมโคเวฟทำเสียเวลาและต้นทุนอย่างมาก

ดังนั้นการออกแบบตู้อบมะขามโดยใช้คลื่นหรือการอบแห้งแบบอื่นที่สามารถอบให้มะขามเสียความชื้นได้อย่างเหมาะสม และหาวิธีในการกระจายของจำนวนมะขามภายในตู้อบให้มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือแสวงหาประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นจึงเล็งเห็นพืชเศรษฐกิจชนิดนี้จึงมีแนวความคิดที่จะออกแบบปรับปรุงตู้อบฝักมะขามให้เหมาะสมและสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในการอบ

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. ออกแบบเครื่องอบไล่ความชื้นฝักมะขามจังหวัดเพชรบูรณ์
2. ออกแบบปรับปรุงเครื่องอบฝักมะขามสำหรับการจำหน่าย

ปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหา

1. ขนาดของตู้อบมีขนาดเล็กไม่เพียงพอต่อการอบในแต่ละครั้ง

ภาพที่ 1

ภาพขนาดภายในตู้

แนวทางการแก้ปัญหา

1. ออกแบบให้ตัวเครื่องมีขนาดใหญ่ขึ้นเพื่อเพิ่มปริมาณในการอบในแต่ละครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้นำเอกสารนี้ไปดัดแปลงเนื้อหา และนำไปใช้

2. เมื่ออบแล้วตู้อบไล่ความชื้นไม่หมดเนื่องจากฝักมะขามทับกันจึงขึ้นรา

ภาพที่2

ภาพการขึ้นราของมะขาม

แนวทางการแก้ ปั ญหา

2. ออกแบบให้ชั้นวางมีการวางของมะขามให้ทั่วถึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. แป้นหมุนของเครื่องอบมีขนาดเล็กจึงทำให้การอบได้น้อยในแต่ละครั้ง

ภาพที่ 3

ภาพแป้นวางมะขาม

แนวทางการแก้ปัญหา

3. ออกแบบให้แป้นหมุนสามารถรองรับขนาดของมะขามได้ครั้งละปริมาณมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีดำเนินงานวิจัย

1. เสนอโครงการ
2. ศึกษาและรวบรวมข้อมูล
3. วิเคราะห์และสรุปเพื่อการออกแบบ
4. การทำแบบร่าง
5. การนำเสนอแบบเพื่อการผลิต
6. การนำเสนอแผ่นแนวทางการออกแบบ
7. การทำหุ่นจำลอง
8. การนำเสนอต่อคณะกรรมการ

ขอบเขตการศึกษาข้อมูล

1. ศึกษาเกี่ยวกับพันธุ์มะขามที่มีในจังหวัดเพชรบูรณ์
2. ศึกษาขนาดของเครื่องอบมะขาม
3. ศึกษาประเภทของเครื่องอบ
4. ศึกษาขนาดของมะขามในแต่ละพันธุ์
5. ศึกษาวัสดุที่ใช้ผลิต
6. ศึกษากรรมวิธีการผลิตในระบบอุตสาหกรรม

ขอบเขตการออกแบบ

1. เพื่อออกแบบเครื่องอบมะขามให้สามารถอบได้ครั้งละไม่ต่ำกว่าครั้งละ 5 กิโลกรัม
2. ออกแบบเครื่องอบไล่ความชื้นสำหรับฝักมะขามหวาน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้เครื่องอบไล่ความชื้นสำหรับฝักมะขามหวาน
2. ได้เครื่องอบไล่ความชื้นที่มีประสิทธิภาพเหมาะสมกับการใช้งาน
3. ได้เครื่องอบไล่ความชื้นที่สามารถบรรจุมะขามได้ประมาณไม่ต่ำกว่า 5 กิโลกรัมต่อ1 ครั้ง
4. ได้เครื่องอบไล่ความชื้นปรับขนาดของอุณหภูมิของมะขามหวาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้แนวคิดและทฤษฎี ตลอดจนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับซึ่งข้อมูลที่ได้นำมารวบรวมนั้นจะนำมาสู่การออกแบบโดยผ่านขั้นตอนต่างๆตามวิธีการทางการวิจัยในขั้นต่อไปนี้

จะเป็นการนำเสนอรายละเอียดแต่ละขั้นตอนในการดำเนินงานทางการวิจัย ดังนี้

ตอนที่ 1 มะขามหวานพันธุ์ต่างๆ

ตอนที่ 2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับความร้อน

ตอนที่ 3 เครื่องอบประเภทต่างๆ

ตอนที่ 4 การอบแห้ง

ตอนที่ 5 วัสดุที่ใช้ในการผลิต

ตอนที่6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานเอกสารที่เกี่ยวข้อง

ตอนที่2.1 มะขามหวาน

มะขามหวานมีชื่อทางภาษาอังกฤษ ว่า SWEET TAMARIND มะขามหวานเป็นไม้ยืนต้นขนาดกลางเป็นไม้ที่มีการเจริญเติบโตช้า เริ่มทิ้งใบในช่วงฤดูแล้ง จะแตกใบออกมาใหม่ช่วงฤดูฝน ฝักมะขามจะแก่และเก็บเกี่ยวได้ประมาณเดือนธันวาคม-กุมภาพันธ์

รากมะขามมีระบบรากแก้วคือรากจะหยั่งลึก มีความสามารถในการหาอาหารได้ดี ลำต้นสูงประมาณ 20- 40 เมตร มะขามหวานเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ดอกมะขามเป็นแบบสมบรูณ์เพศ คือ มีทั้งเกสรตัวผู้และตัวเมีย ฝัก คือผลของมะขามเป็นแบบผลเดี่ยวแต่มีหลายเมล็ด ตั้งแต่ 1- 8 เมล็ด

รูปร่างลักษณะของฝักแบ่งตามลักษณะได้ดังนี้

1 ฝักดาบ ลักษณะของฝักจะค่อนข้างแบนโค้งเล็กน้อยคล้ายมีดดาบ

2 ฝักโค้งเป็นม้องวง ลักษณะของฝักอ่อนฝักค่อนข้างกลมส่วนยาวของฝักจะโค้งมากจนหัวและท้ายของฝักเกือบจรดกัน มีลักษณะเหมือนม้องวง

3 ฝักดิ่ง มีลักษณะของฝักเหยียดตรงค่อนข้างยาวไม่โค้ง ฝักค่อนข้างกลม

4 ฝักดุก มีลักษณะของฝักเป็นปล้องๆข้อถี่โค้งบ้างตรงบ้างฝักมีทั้งกลมและแบนเปลือกจะนูนเป็นเหลี่ยมมองเห็นชัดเจน ลักษณะของมะขามที่ไม่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พันธุ์มะขาม

มะขามสามารถแบ่งตามลักษณะพันธ์ ได้ดังนี้

2.1.1 พันธุ์หมื่นจง

เป็นต้นตระกลูมะขามหวาน กำเนิดมาได้กว่า 200 ปี เป็นมะขามหวานพันธุ์หนัก ฝักโค้งใหญ่ ดกดีพอสมควร

ข้อดี คือ เป็นมะขามที่อร่อยที่สุด และฝักใหญ่ที่สุด ขนาดเท่าหรือใกล้เคียงนายหยัด (สีทอง)

ข้อเสีย คือ เรื่องฝักแตกซึ่งเป็นลักษณะพันธุ์ คือโครงสร้างของเปลือกไม่ดีก่อนฝักสุกถ้าสภาพอากาศไม่ให้คือหนาวแห้งทันทีที่ฝนหยุดตก ฝักจะแตก 40-60 % ทำให้คนปลูกท้อถอยแต่ถ้าคนเก่งรักษาได้จะดีมากเพราะอร่อยที่สุด พันธุ์นี้ถ้าปลูกในที่สูงจะสุกไว แต่ถ้าที่ราบมีน้ำมากจะสุกช้า กลางม.ค. - ปลาย ม.ค.

2.1.2 พันธุ์นายหยัด (สีทอง)

พันธุ์นายหยัดนี้กลายมาจากพันธุ์หมื่นจง จะเรียกว่าเป็นลูกของหมื่นจงก็ได้

ข้อดี คือ ฝักใหญ่ที่สุดในบรรดามะขามของเพชรบรูณ์ ปัจจุบันนี้คนชอบกิน รสดี

ข้อเสีย คือ ไม่ค่อยไม่ค่อยดก

3 พันธุ์ศรีชมภู

มะขามหวานพันธุ์ศรีชมภูนี้เป็นพันธุ์ฝักตรงใหญ่ แต่เล็กกว่าหมื่นจงและสีทอง อย่างไรก็จัดเป็นมะขามกระดารฝัก ลักษณะเฉพาะตัว คือ ฝักตรง เนื้อเป็นสีน้ำตาล ค่อนข้างแห้ง ร่อนดี ถ้าสมบรูณ์เต็มที่เนื้อจะตกทราย

เป็นมะขามที่อร่อยมากพันธุ์หนึ่ง ยอดอ่อนของต้นนี้มีสีชมพู จุดอ่อนคือ รสชาติจะแปรปรวนตามสิ่งแวดล้อมและพื้นที่ได้ง่าย คือ ง่ายต่อการเปลี่ยนแปลงดินฟ้า อากาศ เป็นพันธุ์เบาสุกไว ถ้าบำรุงดีแล้วดกง่ายมาก ดกทุกปี และดกเป็น 2-3 เท่าของนายหยัด

4 พันธุ์อินทผาลัม

เดิมชื่อพันธุ์หนองเล เพราะเกิดที่หนองเล เนื้อเป็นสีน้ำตาลคล้ำ ค่อนข้างเหนียว รสคล้ายอินทผาลัม เด่นมาก ดกทุกปี เป็นพันธุ์เบาสุกต่อจากศรีชมภู ฝักตรงใหญ่ เนื้อมาก ฉ่ำ ไม่แห้ง ต้นที่สมบรูณ์เต็มที่จะดกกว่าศรีชมภูนิดหน่อยเนื้อหวานจนตกทรายเหมือนกัน

5 พันธุ์ขันตี

เป็นพันธุ์เบาระดับกลาง ฝักตรงใหญ่ดกมากพอๆกับน้ำผึ้ง พันธุ์นี้ไม่จำเป็นต้องใส่ปุ๋ยฮอร์โมส์ช่วยเพราะดกโดยธรรมชาติอยู่แล้ว แต่เรื่องดกนี้อาจกลับกลายเป็นข้อเสีย คือ ดอกมากเกินหากไม่ให้ปุ๋ยมากพอฝักจะเล็ก

6 พันธุ์ปากดุก

เป็นพันธุ์ที่กลายมาจากการเพาะเมล็ด ฝักตรงใหญ่คล้ายอินทผาลัม แต่เนื้อไม่เหนียวเหมือนอินทผาลัม คือ ค่อนข้างเรื่องซุยกว่า ความหวานไล่เลี่ยกัน ที่น่าสนใจ คือ เคยเอามาประกวดชนะที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สอง เลยเอาต้นนี้มาขยายดูก็ใช้ได้ดกพอๆกับศรีชมภู แต่แพ้ขันตี และอินทผาลัม ราคาไม่เด่น คนไม่รู้จักมักปลอมขายเป็นอินทผาลัม

7 พันธุ์น้ำผึ้ง

เป็นพันธุ์เบา โค้งเล็กสุกไว เก็บได้ตั้งแต่ปลายเดือนพฤศจิกายน มีเท่าไรก็ขายหมด ข้อเสียก็คือฝักเล็กหากบำรุงดีก็ใหญ่ขึ้น แต่เพราะโค้งก็เลยดูเล็ก พันธุ์นี้กลิ่นหอมเหมือนน้ำผึ้ง

8 พันธุ์เพชรเกษตร

เป็นลูกผสมของหมื่นจงกับนายหยัด จะเอามาแก้จุดอ่อนของหมื่นจงเรื่องฝักแตก เนื้อของเพชรเกษตรได้รสชาติเหมือนหมื่นจง แต่เนื้อเหนียวกว่าหน่อย ฝักเหมือนหมื่นจงแต่เหยียดกว่าเล็กน้อย ชื่อเพชรเกษตรเพราะเกิดที่เพชรบรูณ์ และนักเกษตรเป็นผู้ผสมพันธุ์นี้ขึ้นมา

ส่วนทางแถบภาคอีสานก็มีมะขามหวานพันธุ์ต่างๆ ดังนี้

พันธุ์บ้านพระโรจน์ ,พันธุ์ครูอิน , พันธุ์ไผ่ใหญ่ , พันธุ์นาสีนวล , พันธุ์นวลน้อย เป็นมะขามที่อยู่ทางจังหวัดอุบล ฯ

และทางจังหวัดยโสธรก็มีพันธุ์ตาลทิพย์

การขยายพันธ์มะขามหวาน

1 การขยายพันธุ์โดยการเพาะเมล็ด

2การขยายพันธุ์โดยการตอน

3 ขยายพันธุ์โดยการทาบกิ่ง

4เพาะเมล็ดในถุงชำ

สรุป

จากการศึกษาและการรวบรวมข้อมูลเพื่อการศึกษาในเรื่องของพันธุ์มะขามประเภทต่างๆ ซึ่งมะขามนั้นประกอบไปด้วยพันธุ์ต่างๆถึง8 พันธุ์ (เท่าที่มีการศึกษา) มะขามมีชื่อภาษาอังกฤษว่า Sweet Tamarind มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Tamarindus indica L . มะขามหวานเป็นไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ ทิ้งใบในช่วยฤดูแล้ง (ราวปลายเดือน มกราคม - กุมภาพันธ์) และจะแตกในออกมาใหม่ในช่วงต้นฤดูฝน (กลางเดือนเมษายน- พฤษภาคม) และออกดอกติดฝักในช่วงฤดูฝน ฝักมะขามจะแก่และสามารถเก็บเกี่ยวได้ในเดือนธันวาคม- กุมภาพันธ์ มะขามมีรากที่สำคัญอยู่ 3 ชนิด คือ 1 รากแก้ว 2 รากแขนง 3 รากฝอย ลำต้นสูงประมาณ 20- 40 เมตร มะขามเป็นพืชในเลี้ยงเดี่ยว ดอกมะขามเป็นดอกแบบสมบรูณ์เพศ คือ มีทั้งเกสรตัวผู้และตัวเมียอยู่ในดอกเดียวกัน ฝักของมะขามเป็นแบบผลเดี่ยวแต่มีหลายเมล็ด ตั้งแต่ 1-8 เมล็ด หรือขึ้นอยู่กับความยาวของแต่ละพันธ์ ฝัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออ่นมีสีเขียวปนเทาและจะมีสีน้ำตาลเมื่อฝักแก่ ความยาวของฝักมะขามยาวประมาณ 3.8 นิ้วมีเส้นใยที่เรียกว่า “รก” ซึ่งทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือเรียกว่า ยุ้ง หรือ ยุ่ง ทอดไปตามความยาวของฝัก เปลือกจะแห้งและแตกง่าย

รูปร่างลักษณะของฝักแบ่งออกได้ตามลักษณะ ดังนี้

1 ฝักดาบ ลักษณะของฝักมะขามหวานจะค่อนข้างแบน โค้งเล็กน้อยมีลักษณะคล้ายมีดดาบ

2 ฝักโค้งเป็นฆ้องวง ลักษณะของฝักค่อนข้างกลม ส่วนยาวของฝักจะโค้งมากจนหัวและท้ายของฝักเกือบจรดกัน มีลักษณะเหมือนฆ้องวง

3 ฝักดิ่ง ลักษณะของฝักเหยียดตรงค่อนข้างยาว ไม่โค้งฝักค่อนข้างกลม

4 ฝักดุก ฝักมะขามจะมีปล้องๆข้อถี่ๆ โค้งบ้างตรงบ้าง ฝักมีทั้งกลมและแบน เปลือกจะนูนขึ้นมาเป็นเหลี่ยมมองเห็นชัด ซึ่งลักษณะนี้จะเป็นลักษณะของฝักมะขามที่ไม่ดี

เนื้อของมะขามหวานมีน้ำตาลประมาณ 30-45 % เมล็ดมีสีดำหรือน้ำตาล ถิ่นกำเหนิดของมะขามอยู่ที่ทวีปอาฟริกา และทางตอนใต้ของเอเซีย

พันธุ์ของมะขามหวานที่ปลูกภายในจังหวัดเพชรบรูณ์

พันธุ์มะขาม	ออกดอก	ฝักสุก
1 พันธุ์หมื่นจง	พฤษภาคม	มกราคม
2 พันธุ์อินทผาลัม	พฤษภาคม	มกราคม
3 พันธุ์ขันตี	เมษายน	ธันวาคม
4 พันธุ์น้ำผึ้ง	เมษายน	ธันวาคม
5 พันธุ์ศรีชมภู	เมษายน	ธันวาคม
6 พันธุ์ปากดุก	พฤษภาคม	มกราคม
7 พันธุ์เจ้าเนื้อเศรษฐกิจ	เมษายน	ธันวาคม
8 พันธุ์เพชรเกษตร	พฤษภาคม	มกราคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับความร้อน

การส่งผ่านความร้อน (toansmission of heat)

พลังงานความร้อนอาจจะเคลื่อนที่จากที่หนึ่งไปสู่อีกที่หนึ่งได้ 3 ทางด้วยกันคือ

1. การนำความร้อน (lonductiss of heat) คือการที่พลังงานความร้อนกระจายผ่านมวลของวัตถุผ่านโมเลกุลที่อุณหภูมิสูงไปสู่อีกโมเลกุลหนึ่งซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่าโดยโมเลกุลของก๊าซที่กำลังร้อนนั้น

2. การพาความร้อน (lonvection of heat) คือการที่ความร้อนถูกมาเคลื่อนที่ไปกับโมเลกุล พร้อมกับการเคลื่อนที่ของโมเลกุลของของเหลว หรือโมเลกุลของก๊าซที่กำลังร้อนนั้น

3. การแผ่รังสีความร้อน (redistion of heat) ที่พลังคือการงานความร้อนเคลื่อนที่ออกไปเป็นคลื่น **(wave)** ไปในการพาหิรากาศ **(eather)** ไปยังวัตถุใดวัตถุหนึ่งแล้วทำให้วุตถุนั้นร้อนขึ้นมาโดยไม่ทำให้ตัวกลางที่ความร้อนผ่านมานั้นร้อนขึ้นเลย

การนำความร้อนและการพาความร้อนเป็นการส่งผ่านความร้อนจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งที่เป็นไปอย่างช้า ๆ แต่การแผ่รังสีความร้อนเป็นการส่งผ่านความร้อนอย่างรวดเร็วและมีอัตราเท่ากันอัตราเร็วของแสง

ธรรมชาติของการนำความร้อน (physical nature of conduction of heat)

ในการศึกษาชั้นมหาวิทยาลัย จะมีการพิสูจน์ให้เห็นว่า อุณหภูมิของวัตถุ (ในหน่วยสัมบูรณ์) เป็นปฏิภาคตามพลังงานจลนีของโมเลกุลของวัตถุนั้น นั่นคือเมื่อโมเลกุลของวัตถุเคลื่อนไหวด้วยความเร็วสูง
วัตถุนั้นจะมีอุณหภูมิสูง

เมื่อวัตถุได้รับพลังงานความร้อน อุณหภูมิของวัตถุก็จะสูงขึ้นด้วย เราอธิบายกันว่าเมื่อพลังงานความร้อนเข้าไปในวัตถุนั้น เข้าไปในรูปของพลังงานงานกล **(mechanical)** สำหรับกรณีไม่มีการเปลี่ยนสถานะ (เช่นแข็งเป็นเหลว) พลังงานที่เข้าไปในวัตถุจะเป็นพลังงานจลนี **(kinetic eherby)** ทำให้โมเลกุลเคลื่อนไหวด้วยความเร็วสูงขึ้น แต่ถ้าพลังงานความร้อนที่เข้าไปทำให้วัตถุนั้นเปลี่ยนสถานะ พลังงานความร้อนจะเข้าไปในวัตถุในรูปของพลังงานศักย์ **(potential enerby)** ซึ่งทำให้โมเลกุลอยู่ห่างกันมากขึ้น โดยความเร็วของโมเลกุลยังคงเดิมไปในกล่องทางปล่องขวาเมื่อหมุนเวียนเช่นนี้อยู่เรื่อย ๆ ดังนั้นเมื่อเอาควันบุหรี่มาปล่อยที่ปากปล่องอันขวามือควันบุหรีจึงเคลื่อนที่ไปกับอากาศลงสู่ปล่องขวามือผ่านปล่องไปออกทางซ้ายมือ ถ้าเราทำการทดลองโดยใช้ปล่องสูงมาก ๆ เราจะเห็นว่า กระแสอากาศนี้หมุนเวียนได้ดีและรวดเร็วขึ้น เพราะมีการพาความร้อนดีกว่าปล่องที่มีอากาศสูงน้อยจุดประสงคีก็เพื่อให้มีการพาความร้อนทำให้อากาศเสียถ่ายเทออกไปจากห้องทางปล่องการถ่ายเทเกิดขึ้นเมื่อเอาอากาศในปล่องนั้นร้อนขึ้น ก็จะพองตัวพาความร้อนเคลื่อนที่สูงขึ้นไปทางเบื้องบนของปล่องพาเอาควันไฟซึ่งเป็นอากาศเสียไปด้วย

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้เพื่อการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อากาศที่เย็นและเป็นอากาศดีข้างนอกจะไหลเข้าสู่เตาซึ่งอยู่ตอนล่างของปล่องหมุนเวียนกันอยู่เช่นนี้จึงทำให้อากาศในห้องดีอยู่เสมอ การเผาไหม้ในเตาไฟก็จะแรงดีขึ้นเพราะได้รับอากาศดี

ในตะเกียงน้ำมันธรรมดา ซึ่งใช้ไส้ตะเกียงจุดไฟโดยตรงนั้น เราสังเกตุเห็นว่าตอนล่างของตะเกียงเขาทำช่องไว้โดยรอบ เพื่อให้อากาศดีเคลื่อนที่เข้าไปแทนก๊าซที่ติดไฟแล้วลอยตัวพาความร้อนขึ้นไปตามหลอดตะเกียงทำให้การเผาไหม้ดีขึ้นได้ เปลืองไฟแรง ถ้าเอาหลอดตะเกียงออกเปลืองไฟจะไม่ค่อยแรง เพราะการพาน้อยลงทำให้การดูดอากาศเข้าตอนล่างน้อยลงด้วย และถ้าเราลองปิดช่องข้างล่างของตะเกียงแล้ว ตะเกียงจะดับ

การแผ่รังสีความร้อน (radioaition of heat)

การแผ่รังสีความร้อนตามที่ได้ให้ความหมายไว้ในข้อที่ 139 นั้น จะเห็นได้ว่าความร้อนเคลื่อนที่เป็นคลื่นผ่านไปได้แม้สุญญากาศ และไม่ทำให้ตัวกลางตามทางที่ความร้อนเคลื่อนที่ผ่านมานั้นร้อนขึ้นเลย

เราสมมติกันว่ามีตัวกลางอย่างหนึ่งคือพานิราศรัย **(ether)** ซึ่งบรรจุอยู่ทั่วไปทุกแห่งแม้ในสูญอากาศ ความร้อนเคลื่อนผ่านสูญอากาศได้โดยเป็นคลื่นไปในพานิราศรัย

ตัวอย่างการแผ่รังสีความร้อนที่เห็นได้ง่ายก็คือ เมื่อเรายืนอยู่ใกล้กองไฟนั้นแม้จะมีลมพัดจากตัวเราไปหากองไฟซึ่งขณะนั้นการนำความร้อนหรอกการพาความร้อนไม่เกิดผ่านเข้าหาตัวเราเลยเราก็ยังรู้สึกร้อนได้ อากาศภายในหลอดไฟฟ้านั้นเขาสูบออกจนอาจถือว่าภายในหลอดนั้นเป็นสูญญากาศ แต่เมื่อผ่านกระแสไฟเข้าไปในไส้หลอด เราจับหลอดก็ยังรู้สึกว่าหลอดร้อน ซึ่งจากตัวอย่างเหล่านี้ล้วนแต่แสดงถึงการแผ่รังสีความร้อนทั้งสิ้น

ฉะนั้นให้พึงสังเกตว่า การเคลื่อนที่ของความร้อนโดยการแผ่รังสีนี้ มีอยู่ 3 ตอนต่อเนื่องกัน คือ

1) โมเลกุลในวัตถุใดที่มีพลังงานความร้อนในตัวย่อมมีการสั่นสะเทือน ซึ่งการสั่นสะเทือนนี้ทำให้ตัวกลางคือ พานิราศรัย **(etheb)** เกิดการเคลื่อนไหวเป็นคลื่นในลักษณะเดียวกับการสั่นสะเทือนของโมเลกุล

2) คลื่นที่เกิดจากการพลังงานความร้อนนี้จะเคลื่อนที่ไปในพาหิวากาศจะกระจายออกไปทุกทิศทาง

3) คลื่นในพานิราศรัยกาศกระทบเข้ากับวัตถุใด ก็จะทำให้โมเลกุลของวัตถุนั้นเกิดการสั่นสะเทือนมากขึ้นและทำให้อุณหภูมิของวัตถุนั้นสูงขึ้น แสดงว่าวัตถุได้รับความร้อนโดยการแผ่รังสีนั้น

ความเร็วของรังสีความร้อนเท่ากับความเร็วของแสง คือ ประมาณ 300 ล้านเมตรต่อวินาที หรือ 186,000 ไมล์ต่อวินาที แต่จะผิดกันที่ขนาดของช่วงคลื่นโดยที่คลื่นความร้อนยาวกว่าคลื่นแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์สร้างความร้อน

อุปกรณ์สร้างความร้อนด้วยไฟฟ้ามีหลายวิธีด้วยกัน แต่วิธีที่ใช้กันมากโดยทั่วไปตามบ้านเรือนมีดังนี้

อุปกรณ์สร้างความร้อนโดยใช้ลวดความร้อนหรือลวดต้านทาน

การที่จะใช้กระแสไฟฟ้ามาทำให้เกิดความร้อนได้นั้นมีหลักใหญ่อยู่ว่าจะต้องมีกระแสไฟฟ้าไหลในความต้านทานชนิดหนึ่งชนิดใดก็ได้โดยมีแรงดันไฟฟ้าคงที่ถ้าความต้านทานนั้นมีค่าต่ำก็จะทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลมาก ซึ่งก็จะเกิดความร้อนจำนวนมาก และถ้าหากว่าเราใช้ความต้านทานที่มีค่ากระแสไฟฟ้าสูงก็ไหลผ่านได้น้อยความร้อนที่จะเกิดขึ้นก็น้อยลงตามส่วน การที่เกิดความร้อนได้นี้ หากเราใช้รวดทองแดงธรรมดา ซึ่งมีความต้านทานต่ำมากมาเป็นตัวต่อให้กระแสไฟฟ้าไหล กระแสไฟฟ้าจะไหลมาก และเกิดความร้อนสูงจนกระทั่งลวดทองแดงนั้นหลอมละลายไปด้วยเหตุนี้เราจึงใช้ลวดทองแดงบริสุทธิ์มาสร้างเป็นอุปกรณ์สร้างความร้อนไม่ได้ ต้องสร้างลวดพิเศษซึ่งมีส่วนผสมของแร่ธาตุหลายอย่างที่เมื่อผสมแล้วจะมีความต้านทานจำนวนหนึ่งที่จะทำให้เกิดความร้อนแต่ว่าเราจะต้องเลือกใช้วัสดุที่ทนความร้อนได้สูงโดยไม่ละลายไปเสียก่อนจึงจะทำงานได้

กระแสไฟฟ้าที่จะให้ไหลผ่านลวดต้านทานเพื่อให้เกิดความร้อนนั้นใช้ได้ทั้งไฟฟ้ากระแสสลับและไฟฟ้ากระแสตรง ทั้งนี้เพราะว่าตราบใดที่มีกระแสไฟฟ้าซึ่งถ้าหากว่าโลหะที่ใช้ทำเส้นลวดความร้อนนั้นมีจุดหลอมเหลวที่ต่ำเกินไปก็จะทนความร้อนไม่ได้จะละลายขาดไปเสียก่อนดังนั้นอุปกรณ์ที่ต้องการความร้อนสูง ๆ จึงต้องเลือกใช้ลวดที่สร้างจากสารหรือธาตุที่ทนความร้อนได้สูงมาผสมกัน จึงจะทนได้

ในการส่งกระแสไฟฟ้าผ่านเส้นลวดเพื่อเกิดเป็นความร้อนนั้น ยังขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้าอีกทางหนึ่งด้วย ทั้งนี้เป็นไปตามกฎของเทอโมสตัท ยกตัวอย่างเช่นถ้าเราใช้แรงดันจำนวนหนึ่งมาทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ 1 แอมแปร์ ซึ่งจะทำให้เกิดความร้อนในเส้นลวดจำนวนหนึ่งครั้นเมื่อเราเพิ่มแรงดันเป็น 2 เท่าก็จะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรสูงขึ้นเป็น 2 เท่าซึ่งจะเกิดความร้อนเป็น 4 เท่าเหมือนกัน และโดยกลับกันถ้าหากว่าเราลดแรงดันลงเหมือนครั้งหนึ่งเราก็จะมีกระแสไฟฟ้าเพียงครึ่งเดียวและก็จะได้ความร้อนเพียงครึ่งเดียวอีกเหมือนกัน

โลหะธาตุ หรือสารที่จะนำมาผสมกันให้เกิดเป็นลวดความต้านทานสำหรับทำให้เกิดความร้อนนั้น เขาจะสร้างขึ้นมาในลักษณะต่าง ๆ ทั้งเส้นเล็กและเส้นใหญ่ตามจำนวนความร้อนที่ต้องการใช้บางครั้งจะมีขนาดใหญ่จนเรียกได้ว่าเป็นแท่ง หรือบางทีก็สร้างเป็นเส้นลวดความร้อนสอดอยู่ภายในวัตถุฉนวนที่จะใช้ป้องกันมิให้ลวดนั้นสัมผัสกับสิ่งอื่น ๆ ภายนอกอาจจะทำให้กระแสไฟฟ้ารั่วไหลออกได้หรือแต่สัมผัสกับอากาศซึ่งจะทำให้เกิดออกไซด์อันเนื่องมาจากการที่ออกซิเจนในอากาศเข้าไปผสมกับโลหะที่ใช้ทำเส้นลอดนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เส้นลวดความต้านทานที่ใช้สร้างความร้อนนี้ หากทำเป็นเส้นตรงแล้วยังไม่พอกับความต้องการ เขาก็ยังสามารถนำมาพันเป็นเกลียวแบบสปริงทั้งนี้เพื่อให้มีความยาวเพิ่มขึ้นจะได้เกิดความร้อนจำนวนมากขึ้น เมื่อนำขดลวดความร้อนแบบสปริงนี้เข้าไปใส่ในเครื่องใดก็จะได้ความร้อนเพิ่มสูงขึ้น

ธาตุหรือสารที่นำมาผสมกันเป็นลวดความต้านทานสำหรับให้เกิดความร้อนนั้นเป็นโลหะผสมเรียกว่า นิโครม คือเป็นโลหะผสมระหว่างนิกเกิลประมาณร้อยละ 60 โครเมียมร้อยละ 15 และเหล็กร้อยละ 25 แล้วจึงนำมาผสมกันด้วยความร้อนสูงจนหลอมละลายเพื่อดึงให้เป็นเส้นลวดที่มีขนาดใหญ่เล็กตามต้องการ ทั้งยังสามารถตัด ขด ดัด พันเป็นเกลียวให้เป็นรูปต่าง ๆ เพื่อให้เหมาะสมกับงานที่จะใช้

พลังงานความร้อนที่เกิดจากการที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านลวดความต้านทานนี้เป็นพลังงานที่มีประสิทธิภาพสูง คือสามารถเปลี่อนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อนได้อย่างมากโดยมีความสูญเสียแต่น้อย ทั้งนี้นับได้ว่าเป็นการใช้พลังงานที่ได้ผลสูงสุดพลังงานความร้อนที่เกิดจากกระแสไฟฟ้านี้เราสามารถควบคุมได้ตามต้องการ เมื่อปิดไฟ ก็จะใช้ได้ทันทีและเวลาหยุดก็หยุดได้ทันที ไม่ต้องเสียพลังงานต่อไปดังเช่นการใช้แหล่งความร้อนอย่างอื่น ทั้งการใช้ความร้อนด้วยไฟฟ้านี้ไม่มีเขม่าควันหรือเสียงรบกวนและมีอันตรายน้อยกว่าการใช้พลังงานแบบอื่น ๆ จึงเหมาะสมมากที่จะใช้ได้ในทุกสภาพของบ้านเรือนโดยทั่วไป

ลวดความร้อน แบ่งตามลักษณะการออกแบบเพื่อใชงานได้ 3 แบบ คือ

1. ลวดความร้อนแบบเปลือย ลวดความร้อนแบบนี้จะมีลักษณะเป็นขดคล้ายสปริงดังที่เป็นลักษณะแบบทั้งนี้เนื่องจากการความต้านทานของลวดเปลี่ยนแปลงไปตามความยาวของเส้นลวด วิธีแก้ปัญหาการที่ต้องใช้ลวดยาวมากเพื่อให้เกิดความร้อนสูงโดยการทำเป็นขดลวดเหมือนสปริงซึ่งจะทำให้ได้ลวดที่มีความยาวหรือความต้านทานเพียงพอ ส่วนขนาดของกำลังไฟฟ้าจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางหรือความโทของเส้นลวด เส้นลวดขนาดใหญ่ก็จะให้กำลังไฟฟ้ามากถ้าเส้นเล็กก็จะให้กำลังไฟฟ้าน้อย ลวดความร้อนดังกล่าวมักจะใช้ในเตาไฟฟ้า เครื่องอบแห้ง เครื่องเป่าผม เครื่องอบผม เครื่องปิ้งขนมปัง เป็นต้น

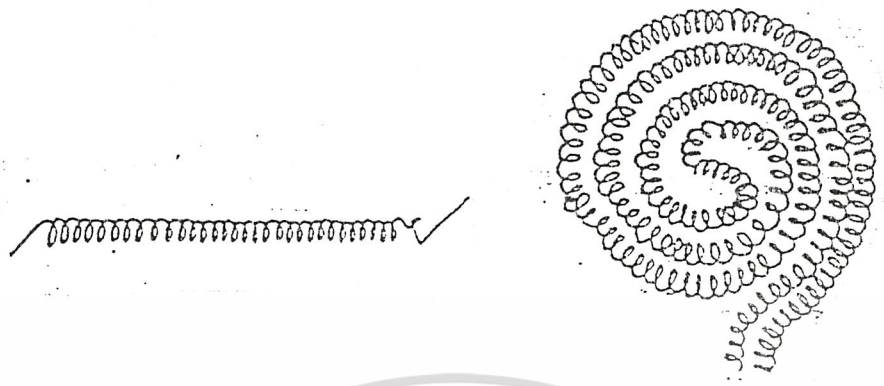
ภาพที่ 4

ขดลวดความร้อนแบบเปลือย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4

ขดลวดความร้อนแบบเปลือย



ลักษณะรูปร่าง

ลวดความร้อนในเตาไฟฟ้า

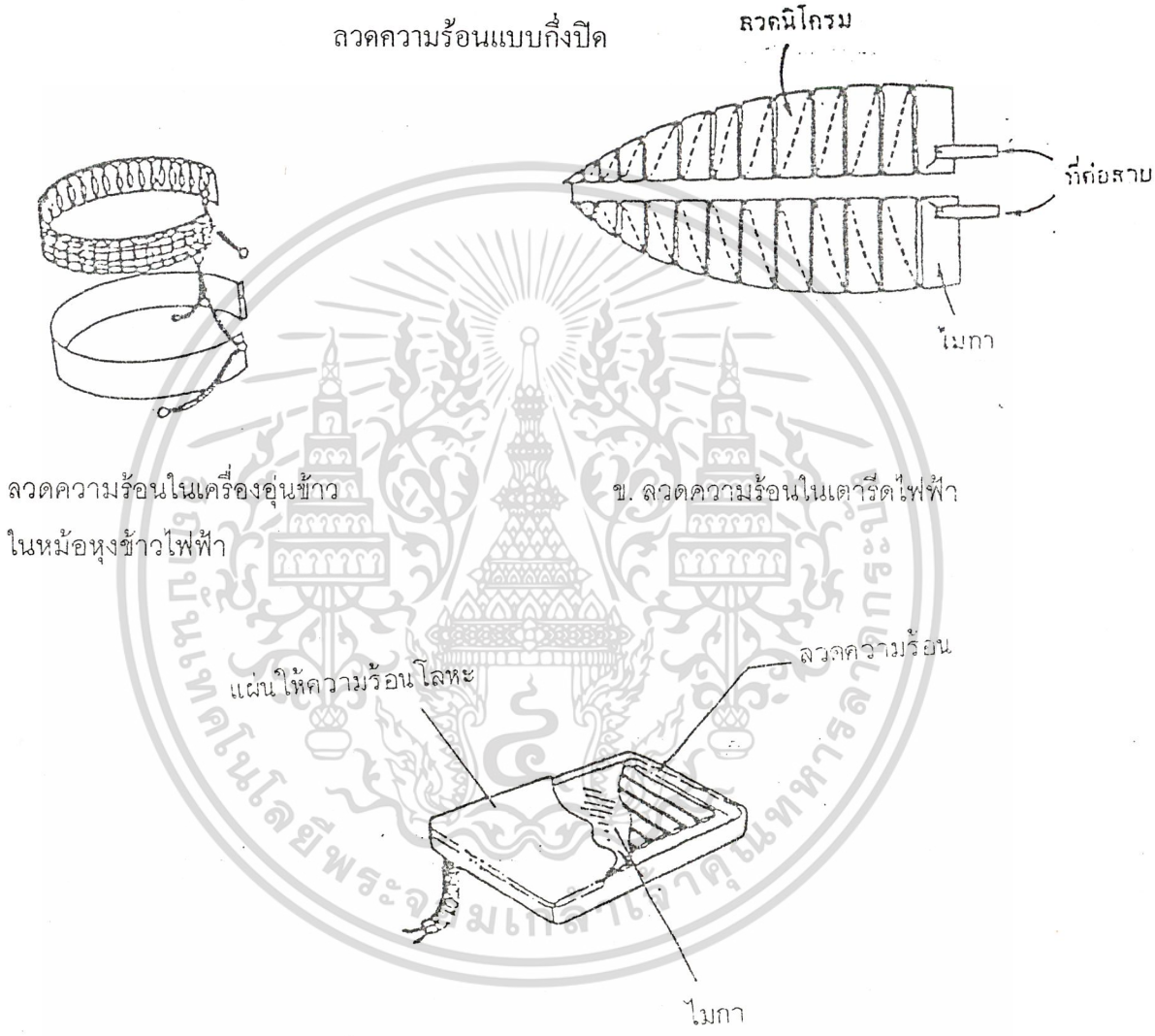
ลวดความร้อนในเครื่องเป่าผม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุด
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
วพ.
ล 2614
2541

2. **ลวดความร้อนแบบกึ่งปิด** ความร้อนแบบนี้จะมีลักษณะแบบพันอยู่รอบแผ่นไมกา (MIGA) ซึ่งมีคุณสมบัติทนความร้อนได้สูงและเป็นฉนวนไฟฟ้าและเมื่อพันลวดความร้อนรอบแผ่นไมกาแล้วก็จะใช้แผ่นฉนวนปิดหน้าหลังของลวดความร้อนอีกทีหนึ่ง ลวดความร้อนแบบนี้มักจะใช้ในเตารีดไฟฟ้า กาต้มน้ำไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติ เครื่องอุ่นข้าวในหม้อหุงข้าวรุ่นใหม่เป็นต้น

ภาพที่ 5
ลวดความร้อนแบบกึ่งปิด



ก. ลวดความร้อนในเครื่องอุ่นข้าวในหม้อหุงข้าวไฟฟ้า

ข. ลวดความร้อนในเตารีดไฟฟ้า

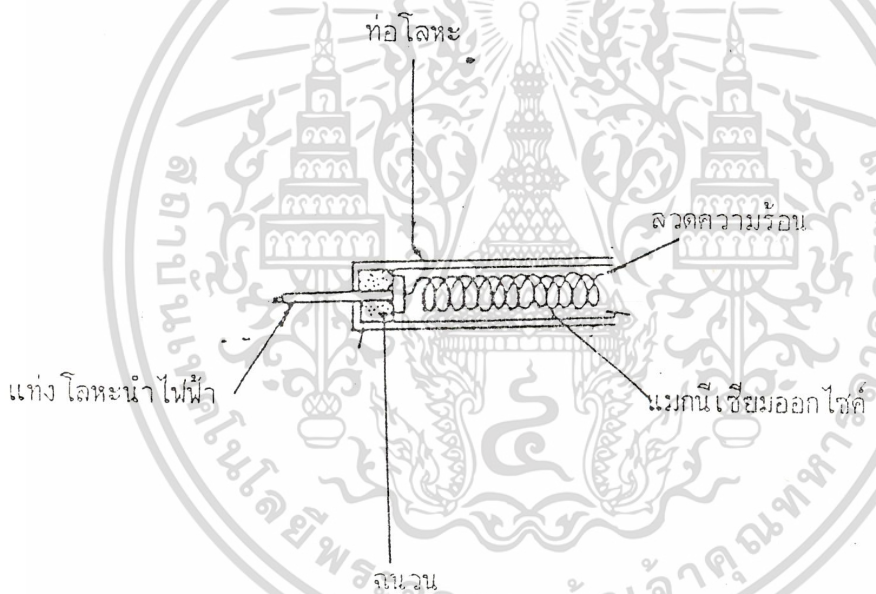
ค. ลวดความร้อนในกาต้มน้ำไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
22564

3. **ลวดความร้อนแบบปิด** ลวดความร้อนแบบนี้จะเป็นการนำลวดความร้อนแบบเปลือยซึ่งมีลักษณะคล้ายสปริงสอดเข้าไปในท้อโลหะซึ่งอาจจะทำด้วยเหล็กทองแดงหรือโลหะไร้สนิม ในระหว่างท่อกับลวดจะเป็นแมคนีเซี๊ยมออกไซด์แมคนีเซี๊ยมออกไซด์นี้จะมีคุณสมบัติเป็นฉนวนไฟฟ้า ไม่แตกหรือร้าวง่ายเมื่อได้รับความร้อนสูง ทั้งยังมีคุณสมบัติส่งถ่ายความร้อนได้ดีอีกด้วยโครงสร้างและรูปร่างลักษณะต่าง ๆ ของลวดความร้อนแบบปิด

ภาพที่ 6

ภาพแสดงโครงแท่งความร้อน

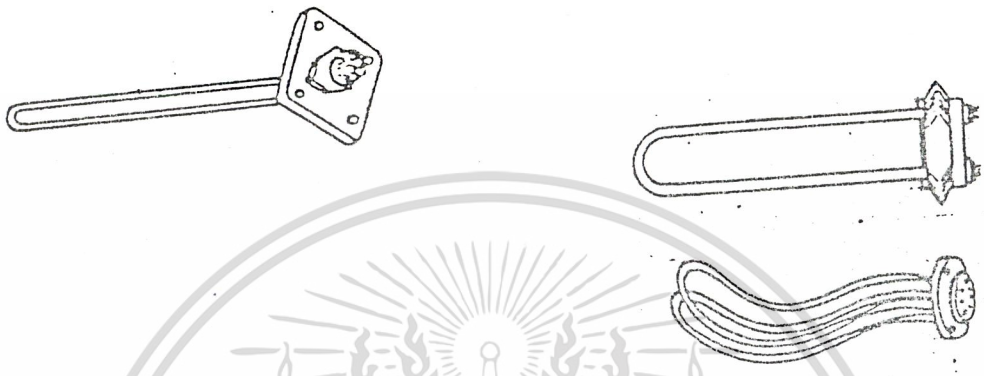


โครงสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 7

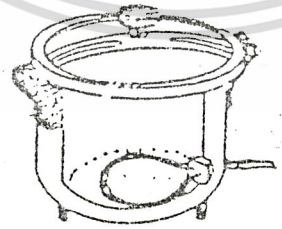
โครงสร้างและลักษณะรูปของลวดความร้อนแบบปิด



ลวดความร้อนแบบปิดจะมีใช้ในหม้อหุงข้าวไฟฟ้ากระทะไฟฟ้า เตาอบไฟฟ้าเครื่องทำน้ำอุ่น เป็นต้น

ภาพที่ 8

หม้อหุงข้าวที่ใช้ลวดความร้อนแบบปิด

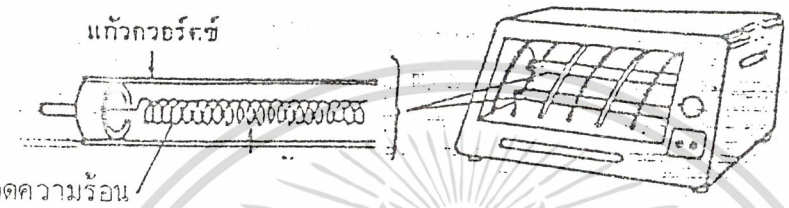


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากจะเก็บลวดความร้อนไว้ในท่อโลหะแล้วยังมีวิธีอื่น ๆ อีกเช่นการใช้ลวดความร้อนที่พันเป็นขดคล้ายสปริงไว้ในหลอดแก้วควอร์ตหรือเซรามิกแล้วให้ความร้อนแผ่รังสีออกมาทางหลอดแก้วซึ่งมักจะใช้ในเตาผิงไฟฟ้า เตาอบไฟฟ้าเป็นต้น

ภาพที่ 9

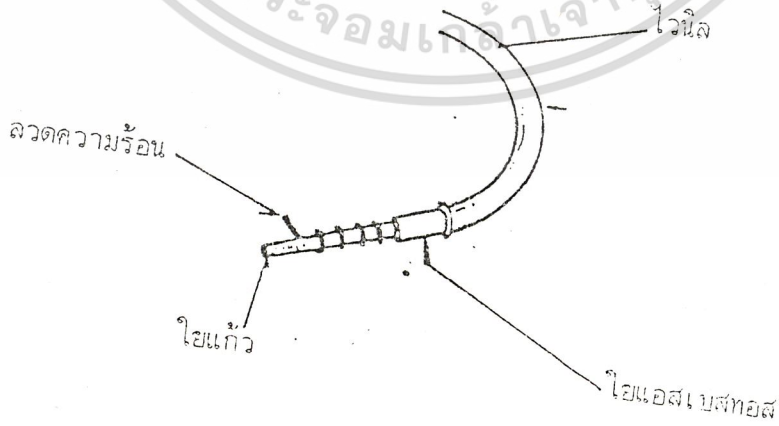
ลวดความร้อนในหลอดแก้วควอร์ตที่ใช้ในเตาผิงไฟฟ้า



หรืออาจจะพันลวดความร้อนแบบใยแก้วหุ้มด้วยแผ่นฉนวนไฟฟ้าเพื่อให้นำความร้อนได้แต่ไม่มากนักเช่น ใช้ในผ้าห่มไฟฟ้ากระเป๋าน้ำร้อนไฟฟ้าและพรมไฟฟ้าเป็นต้นลักษณะของลวดความร้อน

ภาพที่ 10

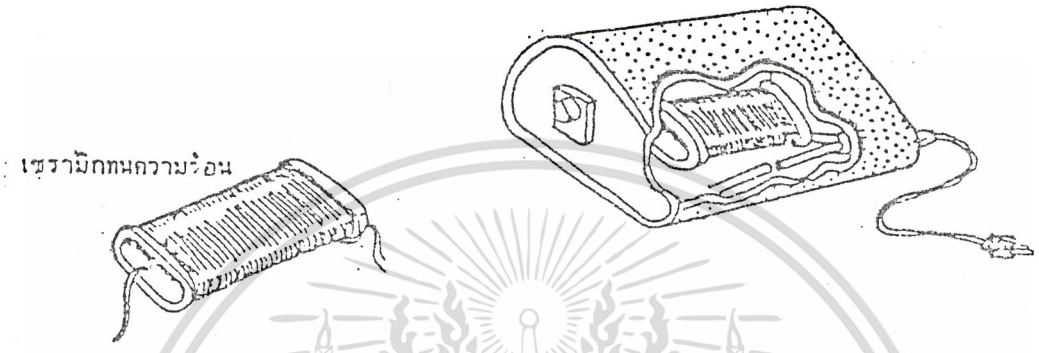
ลวดความร้อนที่ใช้ในผ้าห่มไฟฟ้าและกระเป๋าน้ำร้อนไฟฟ้า



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรืออาจจะใช้พันรอบแกนเซกามิศทนความร้อนซึ่งใช้ใน เบาะวางเท้าไฟฟ้า

ภาพที่ 11
ลวดความร้อนที่ใช้ในเบาะวางเท้าไฟฟ้า

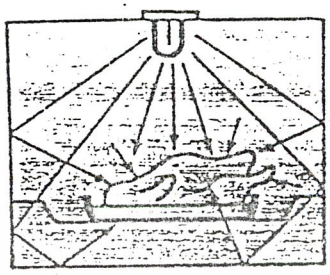


อุปกรณ์สร้างความร้อนโดยใช้คลื่นความถี่สูง

หลักการคือปล่อยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่สูงมากไปกระทบวัตถุที่เป็นฉนวนไฟฟ้าจะทำให้โมเลกุลภายในของวัตถุนั้นเสียดสีกันเองและเกิดความร้อนซึ่งหลักการนี้นำไปใช้ในเตาอบไมโครเวฟที่ใช้อุ่นอาหารในครัวเรือน ภายในเตาจะมีหลอดดาแมกนีตรอนเป็นแหล่งกำเนิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่ 2,450 เมกะเฮิรตซ์ ปล่อยไปกระทบอาหารที่ต้องการอุ่นโดยตรงคลื่นนี้จะทำให้โมเลกุลของอาหารสั่นด้วยความถี่เป็นล้าน ๆ ครั้งในหนึ่งวินาที ผลของการเสียดสีของโมเลกุลจึงทำให้เกิดความร้อนซึ่งประสิทธิภาพในการให้ความร้อนแบบนี้สูงมาก และสามารถอุ่นอาหารได้รวดเร็วเนื่องจากคลื่นความถี่สูงนี้จะแทรกซึมเข้าไปในเนื้ออาหาร ทำให้อาหารได้รับความร้อนทั้งภายในและภายนอกพร้อมกัน คลื่นความถี่สูงนี้จะมีผลต่อวัตถุต่าง ๆ ไม่เหมือนกัน ถ้าเป็นเนื้อหรืออาหารประเภทต่าง ๆ คลื่นจะแทรกซึมเข้าไปในเนื้ออาหารและทำให้เกิดความร้อนและถ้าเป็นโลหะคลื่นจะไม่สามารถทะลุผ่านไปได้ แต่จะสะท้อนกลับไปในทิศทางอื่น

ภาพที่ 12
การกระจายคลื่นความถี่สูงในเตาอบไมโครเวฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



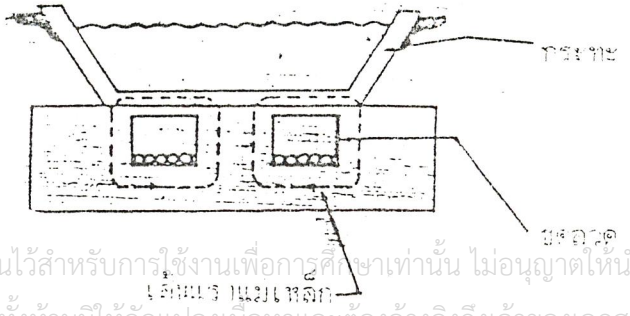
อุปกรณ์สร้างความร้อนโดยใช้สนามแม่เหล็กไฟฟ้า

เมื่อให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดจะเกิดเส้นแรงแม่เหล็ก ถ้านำโลหะที่เป็นตัวนำแม่เหล็กที่ดีมาวางขวางเส้นแรงแม่เหล็กนี้ทำให้เกิดกระแสไหลภายในโลหะนั้นในเนื้อโลหะมีความต้านทาน ผลของการไหลของกระแสนี้จะทำให้เกิดความร้อนขึ้น ซึ่งหลักการนี้นำไปใช้ในเตาแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งเป็นเตาชนิดที่ไม่มีเปลวไฟ และเป็นเตาแบบใหม่เหมาะที่จะนำมาใช้ในครัวเรือน

การผลิตเส้นแรงแม่เหล็กภายในเตาแม่เหล็กไฟฟ้านี้โดยการใช้ไฟฟ้า กระแสสลับที่มีความถี่มากกว่า 20 กิโลเฮิรตซ์ ภาชนะหุงต้มลวดหม้อเหล็ก หรือกระทะก็จะเหนี่ยวนำให้เกิดความร้อนขึ้นได้

ภาพที่ 13

เตาแม่เหล็กไฟฟ้า



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์สร้างความร้อน (Heating Element)

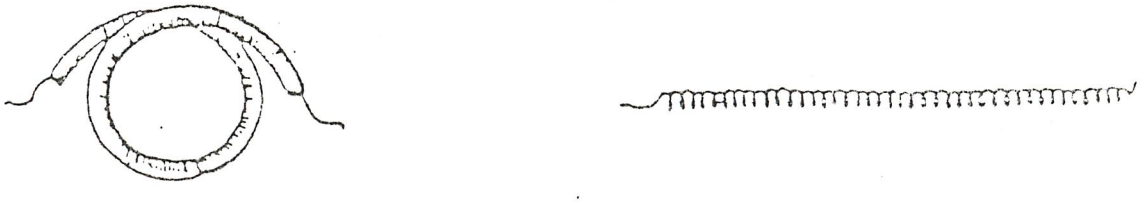
อุปกรณ์ดังกล่าวจะเป็นส่วนประกอบที่ประกอบอยู่ในเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ความร้อนโดยทั่ว ๆ ไป เช่นเตาไฟฟ้า, เตารีดไฟฟ้า, และหม้อหุงข้าวไฟฟ้า เป็นต้น อุปกรณ์สร้างความร้อนจัดได้ว่าเป็นหัวใจในการทำงานของเครื่องเพราะมันจะทำหน้าที่เป็นตัวเปลี่ยนพลังงานจากพลังงานไฟฟ้าให้มาอยู่ในรูปของพลังงานความร้อนได้ ซึ่งก็เป็นจุดมุ่งหมายของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ความร้อนโดยทั่ว ๆ ไปที่ต้องการนำความร้อนออกมาใช้งาน

ตากปกติอุปกรณ์สร้างความร้อนเรียกกันว่า "ลวดความร้อน" "แผ่นความร้อน" หรืออาจจะเรียกรวม ๆ กันว่า "ฮิทเตอร์" (HIKEL) ลวดความร้อนส่วนใหญ่จะเป็นลวดนิโครม (Nichrome wirc) ซึ่งได้มาจากการประสมของ นิเกิล (Nikel) 60% เหล็ก (fion) 24% และโครเมี่ยม (Chromium) 16% สำหรับความต้านทานไฟฟ้าของลวดนิโครมจะสูงกว่าลวดทองแดงประมาณ 50-60 เท่า ลวดนิโครมดังกล่าวจะมีคุณสมบัติเหมาะที่จะนำมาใช้เป็นอุปกรณ์สำหรับมาเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้ามาเป็นพลังงานความร้อนเพราะลวดนิโครมสามารถให้ความร้อนได้สูงไม่หลอมละลายง่าย และถ้าให้พลังงานไฟฟ้ากับลวดนิโครม 1 กิโลวัตต์/ชั่วโมง ลวดนิโครมจะเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าดังกล่าวออกมาในรูปความร้อน ประมาณ 3.412 บี.ที.ยู/ชั่วโมง (B.T.U./hr) ลวดความร้อนสามารถแบ่งออกตามลักษณะการออกแบบเพื่อใช้งานได้ 3 แบบคือ

ลวดความร้อนแบบเปลือย ลวดความร้อนแบบนี้จะมีลักษณะเป็นขดคล้ายสปริง ขนาดของกำลังไฟฟ้าจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางหรือความโตของเส้นลวด กล่าวคือ ถ้าขนาดของลวดเส้นใหญ่ก็จะมีกำลังไฟฟ้ามาก และถ้าเส้นเล็กก็จะมีกำลังไฟฟ้าน้อย ลวดความร้อนดังกล่าวมักจะมีใช้ในเตาไฟฟ้าเครื่องเป่าผม เครื่องอบผม และเครื่องอบแห้งเป็นต้น

ภาพที่ 14

ลักษณะลวดความร้อนแบบเปลือย



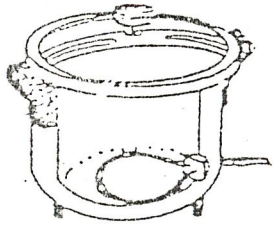
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. **ลวดความร้อนแบบกึ่งปิด** ลวดความร้อนแบบนี้โดยทั่ว ๆ ไปจะมีลักษณะแบบพันอยู่ลอบแผ่นไมก้า แล้วก็จะใช้แผ่นไมก้าเช่นเดียวกันปิดหน้าหลังของลวดความร้อนอีกทีหนึ่งดังรูปลวดความร้อนแบบนี้มักจะใช้ใ นเตารีดไฟฟ้า เครื่องปิ้งขนมปัง หม้อหุงข้าวไฟฟ้ารุ่นเก่าเป็นต้น

ภาพที่ 15
ลักษณะของลวดความร้อนแบบกึ่งเปิด

2. **ลวดความร้อนแบบปิด** ลวดความร้อนแบบนี้จะทำได้โดยการนำลวดความร้อนแบบเปลือยซึ่งมีลักษณะคล้ายสปริงสอดเข้าไปในท่อโลหะ (ท่อเหล็ก, ท่อทองแดง, ท่อสแตนเลส) และเทแมกนีเซียมออนไซด์ (Magnesium Oxide) เข้าไปภายในท่อ ซึ่งแมกนีเซียมออกไซด์นี้จะมีคุณสมบัติเป็นฉนวนไฟฟ้า ไม่แตกหรือร้าวง่ายเมื่อได้รับความร้อนสูง ทั้งยังมีคุณสมบัติส่งถ่ายความร้อนได้ดีอีกด้วยและหลังจากการเทแมกนีเซียมออกไซด์แล้วลวดความร้อนดังกล่าวก็จะเสร็จโดยมีลักษณะลวดความร้อนแบบนี้มักจะมีใช้ใน หม้อหุงข้าวไฟฟ้ากระทะไฟฟ้า เครื่องทำน้ำอุ่นเป็นต้น

ภาพที่ 16
ลักษณะของลวดความร้อนแบบปิด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ (Temperature Control)

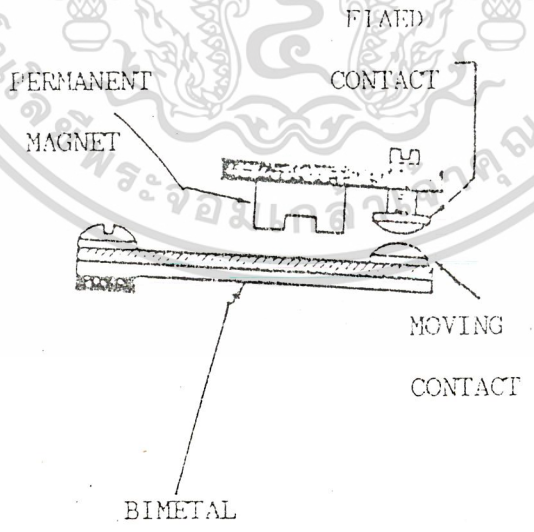
หรือ "เทอร์โมสตัท" (Termostat) หรือบางทีเรียกกันว่า "ออโตเมติก" (Automatic) แต่สำหรับในที่นี้จะเรียกว่า "เทอร์โมสตัท" อุปกรณ์ควบคุมหรือเทอร์โมสตัทจัดได้ว่าเป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญรองจากลวดความร้อน เพราะเทอร์โมสตัทเป็นอุปกรณ์ที่ทำให้ความร้อนที่ออกมาจากเครื่องใช้ไฟฟ้าคงที่ในที่ผู้ใช้สามารถปรับอุณหภูมิหรือความร้อนของเครื่องใช้ไฟฟ้าให้เป็นไปตามต้องการได้ เทอร์โมสตัทสามารถแบ่งออกได้เป็น 5 ชนิด

เทอร์โมสตัทชนิดใบ เมทอลสตริป (Bi-metal Strip type)

ไบ-เมทอล หมายถึงการนำเอาโลหะ 2 ชนิดที่มีอัตราการขยายตัวไม่เท่ากันมาประกอบหรือยึดติดเข้าด้วยกัน ลักษณะการยึดของโลหะทั้งสองเข้าด้วยกันนี้จะทำอย่างแน่นหนามาก และเมื่อนำโลหะ ไบ-เมทอล มาให้ความร้อนโลหะดังกล่าวจะเกิดการงอตัวซึ่งลักษณะการงอของโลหะ ไบ-เมทอล นี้จะสามารถนำไปคอนแทคของเครื่องใช้ไฟฟ้าให้ตัดการทำงานเมื่อเครื่องมีความร้อนถึงจุดที่ต้องการได้ โลหะที่นิยมมาทำเป็นโลหะ ไบ-เมทอล ก็คือ เหล็กกับทองแดง หรือเหล็กกับทองเหลือง

ภาพที่ 17

เทอร์โมสตัส ชนิดไบ-เมทอลสตริป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทอร์โมสตัทชนิดแม่เหล็ก (Magnetic type)

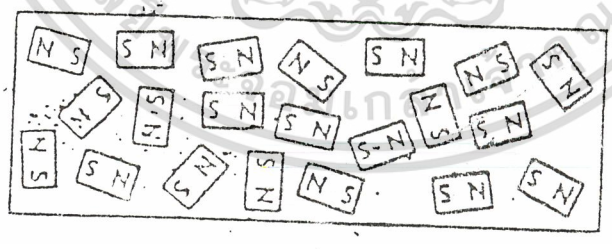
ทฤษฎีของแม่เหล็กได้กล่าวถึงสารที่มีคุณสมบัติเป็นแม่เหล็กว่า สารดังกล่าวนั้นต้องมีอนุหรือโมเลกุลภายในเรียงตัวกันอย่างมีระเบียบ และถ้าโมเลกุลเรียงตัวกันน้อยคุณสมบัติของแม่เหล็กก็น้อยตามไปด้วย และถ้าโมเลกุลของสารไม่เรียงตัวกันเลยคุณสมบัติของการเป็นแม่เหล็กก็จะไม่มี

ภาพที่ 18

สารที่มีอณุภาพในเรื่องตัวประกันจะมีภาพเป็นแม่เหล็ก

ภาพที่ 19

สารที่อณุภาพในไม่เรียงตัวกันจะไม่มีสภาพเป็นแม่เหล็ก



จากความรู้ของทฤษฎีแม่เหล็กดังกล่าวมาแล้ว ถ้าเรานำเอาสารที่มีคุณสมบัติเป็นแม่เหล็ก (โมเลกุลเรียงตัวกัน) และให้ความร้อนเพิ่มขึ้นไปเรื่อย ๆ โมเลกุลก็จะสั่นสะเทือนและพร้อม

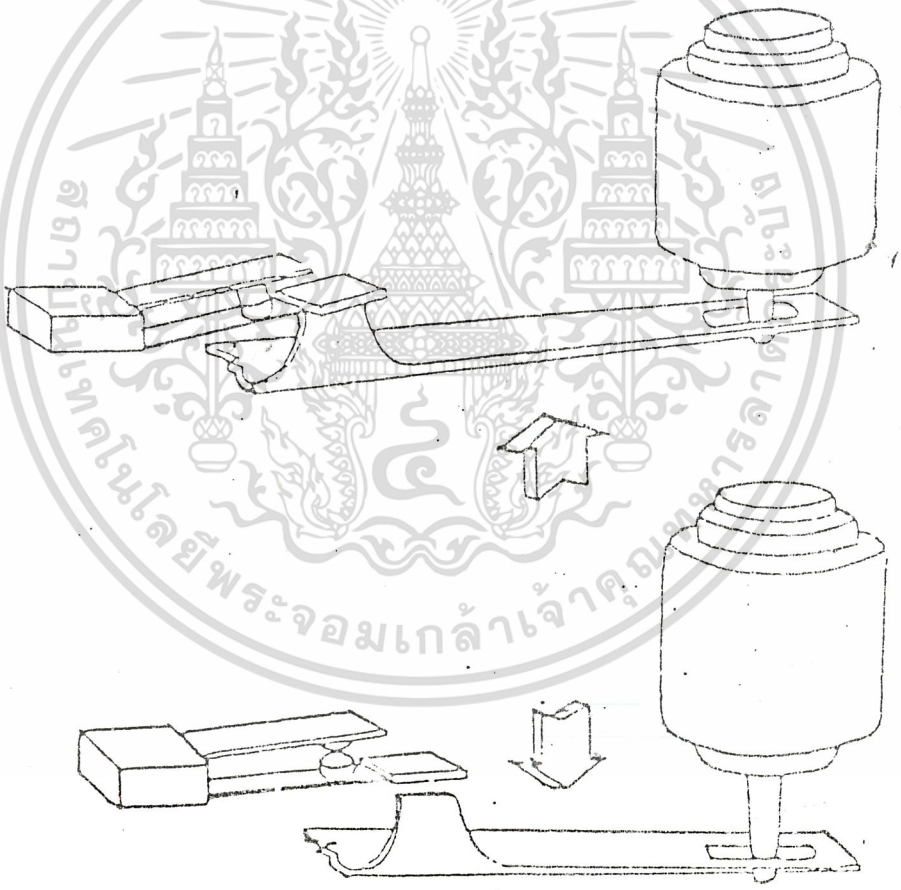
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กันนั้น คุณสมบัติการเป็นแม่เหล็กก็จะลดลงไปเรื่อย ๆ จนถึงจุดคลายสภาพแม่เหล็ก(โมเลกุลจะสั่นมากจนมิอาจจะเรียงตัวอยู่ในสภาพเดิมได้) ซึ่งก็หมายถึงการหมดสภาพของความเป็นแม่เหล็กนั่นเอง แต่ถ้าเราให้ความร้อนกับสารแม่เหล็กโดยไม่ให้เกิดจุดคลายสภาพแม่เหล็กและปล่อยให้สารแม่เหล็กดังกล่าวเย็นตัวลงสารแม่เหล็กที่ได้รับความร้อนก็ยังคงมีสภาพของความเป็นแม่เหล็กได้เช่นเดิม

เมื่อกดก้านของเทอร์โมสตัทจะแตะกัน

ภาพที่ 20

เทอร์โมสตัทจะยันคอนแทคให้แยกเมื่อได้รับความร้อน



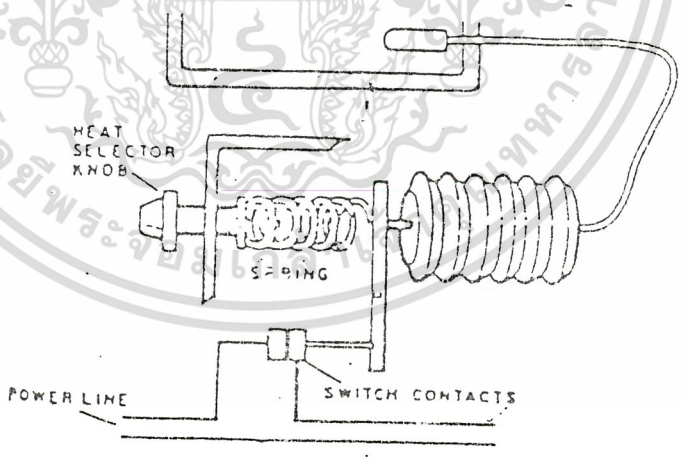
เป็นตัวอย่างการนำเทอร์โมสตัทชนิดนี้เพื่อใช้งานเมื่อใช้มือกดก้านของเทอร์โมสตัทลงจะทำให้ก้านดังกล่าวยุบและถูกดูดติดลงไปเพราะอำนาจแม่เหล็กภายใน แต่เมื่อนำเทอร์โมสตัทไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้ความร้อน สนามแม่เหล็กภายในก็จะอ่อนกำลังลงไปเรื่อย ๆ ตามความร้อนที่ได้รับ จนกระทั่งสนามแม่เหล็กดังกล่าวอ่อนมากจนไม่สามารถจะดูดก้นบังคับของตัวมันเองได้ก้านบังคับดังกล่าวก็จะถูกสปริงภายในดีดกลับออกมาอยู่ในลักษณะเดิม จากปรากฏการณ์ดังกล่าวนี้ถ้าเรานำเอาการเคลื่อนตัวของก้านบังคับของเทอร์โมสสักชนิดนี้การบังคับการตัดต่อของคอนแทคภายในเครื่องใช้ไฟฟ้า ก็จะทำให้เราสามารถตัดกระแสไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าเมื่อความร้อนสูงถึงอุณหภูมิที่ตั้งไว้ได้

เทอร์โมสตัทชนิดที่ใช้สารไว้ต่ออุณหภูมิ เทอร์โมสตัทชนิดนี้จะมีใช้ทั้งการควบคุมการใช้ไฟฟ้าที่ผลิตความร้อน และเครื่องใช้ไฟฟ้าที่เป็นเครื่องทำความเย็นเทอโมสตัทชนิดนี้จะอาศัยสารที่มีคุณสมบัติต่ออุณหภูมิเช่น แอลกอฮอร์,แอมโมเนียและฟรีออน เป็นตัวบังคับให้เทอร์โมสตัททำงานได้ กล่าวคือ เมื่อเรานำเทอร์โมสตัทชนิดนี้มาให้ความร้อนที่ปลายกระเปราะจะทำให้สารที่อยู่ภายในกระเปราะและภายในที่อุณหภูมิเกิดขยายตัวและการขยายตัวที่เกิดขึ้นนี้จะทำให้เกิด แรงดันซึ่งแรงดันดังกล่าวนี้ก็จะผลักดันเบลไล (Bello) ให้เคลื่อนที่และการเคลื่อนตัวของเบลโลนี้เราก็สามารถนำไปบังคับหรือควบคุมคอนแทค ให้ตัดกระแสไฟฟ้าไม่ได้ไอผ่านเครื่องใช้ไฟฟ้าเมื่อความร้อนของเครื่องใช้ไฟฟ้าดังกล่าวถึงจุดที่ตั้งไว้

ภาพที่ 21
เทอร์โมสตัทชนิดที่ใช้สารไว้ต่ออุณภูมิ



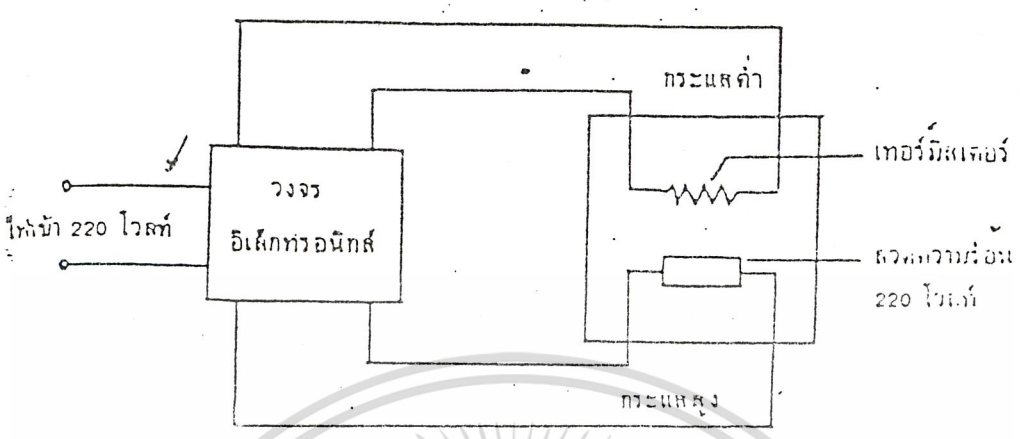
เทอร์โมสตัทชนิดใช้เทอร์มิสเตอร์ (Thermister)

เทอร์มิสเตอร์ (Thermister) เป็นอุปกรณ์ทางอีเลคโทนิคที่มีคุณสมบัติสามารถเปลี่ยนแปลงความต้านทานของตัวมันเองได้เมื่ออุณภูมิหรือความร้อนเปลี่ยนแปลง ซึ่งการเปลี่ยนแปลงลักษณะนี้เราสามารถทำการป้อนให้กีบวงจรอีเลคโทนิคเพื่อให้วงจรดังกล่าวตัดกระแสไฟฟ้าไม่ให้ไหลผ่านเครื่องใช้ไฟฟ้าเมื่ออุณหภูมิสูงถึงจุดที่ตั้งไว้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 22

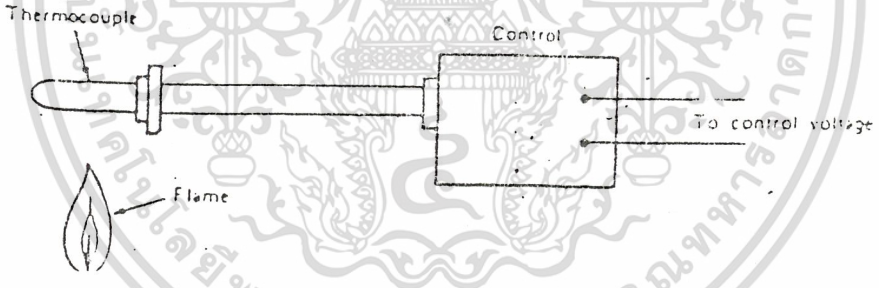
วงจรการทำงานของเทอร์มิสเตอร์



เทอร์โมสตัทชนิดเทอร์โมคัปเปิล(Thermocouple)

ภาพที่ 23

ภาพแสดงเทอร์โมสตัทชนิดเทอร์โมคัปเปิล

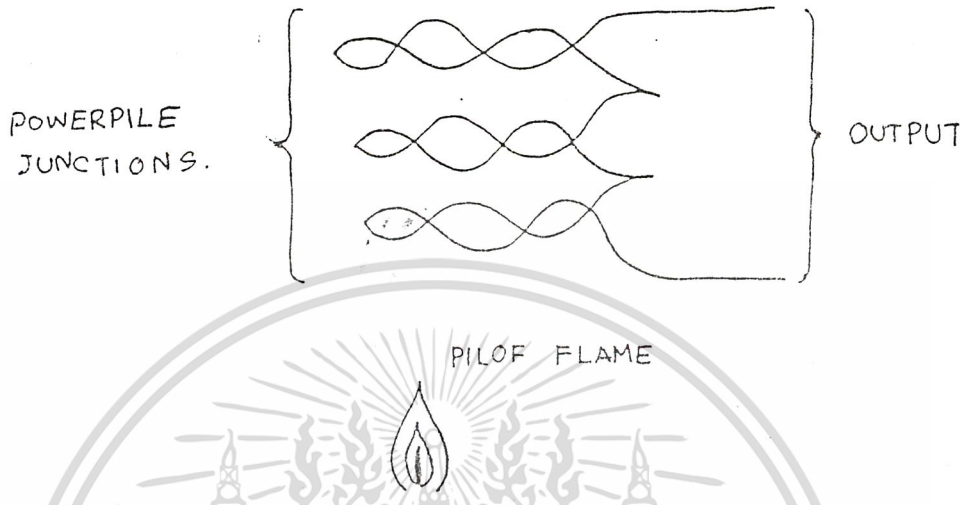


เทอร์โมคัมเปิล หมายถึงการนำเอาลวดโลหะ 2 ชนิด พันต่อกันแน่น และเมื่อจุดต่อของโลหะทั้งสองได้รับความร้อนจะเป็นผลทำให้ปลายของลวดโลหะมีแรงดันไฟฟ้าเกิดขึ้นมาได้ ซึ่งการเกิดขึ้นของแรงดันไฟฟ้าดังกล่าว เราก็นำสามารถไปจ่ายให้กับวงจรอีเลคโทรนิค เพื่อไปควบคุมกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านเครื่องใช้ไฟฟ้าต่อไป

สำหรับลวดโลหะที่ใช้มักจะใช้ลวดเหล็กกับลวดทองแดง เพราะลวดทั้งสองชนิดนี้เมื่อนำมาต่อเข้าด้วยกัน และได้รับความร้อนจะสามารถให้แรงดันไฟฟ้ามากกว่าโลหะชนิดอื่น และเมื่อต้องการแรงดันไฟฟ้าที่สูงขึ้น ก็สามารถต่อเทอร์โมคัมเปิลกันแบบอันดับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 24
เทอร์โมคัมเบิล



สวิตซ์ตัดวงจรอัตโนมัต

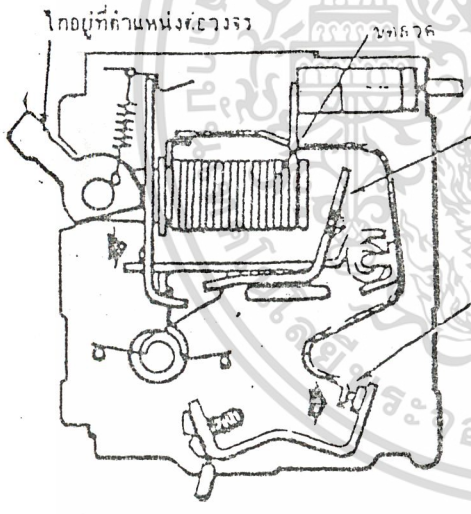
สวิตซ์ตัดวงจรอัตโนมัตทำงานเหมือนกับฟิวส์ โดยจะติดตั้งอยู่ร่วมในวงจรไฟฟ้าเพื่อทำหน้าที่ตัดวงจรเมื่อกระแสไฟฟ้าในวงจรจำนวนมากเกินไปจนอาจจะก่อให้เกิดอันตราย ข้อแตกต่างจากฟิวส์ ก็คือเมื่อสวิตซ์ตัดวงจรทำงานตัดวงจรไปแล้ว หากต้องการต่อวงจรใหม่หลังจากตรวจสอบซ่อมแซมสิ่งผิดปกติในวงจรแล้ว ก็สามารถทำได้ง่าย ๆ โดยเพียงแต่โยกไกที่ตัวสวิตซ์ให้กลับไปอยู่ที่ตำแหน่งเปิดทำงานเท่านั้น ซึ่งต่างจากฟิวส์ที่ต้องเปลี่ยนใหม่ทั้งตัว นอกจากนี้กานแก้ไขดัดแปลงเพื่อให้สวิตซ์ตัดวงจรทำงานรับกระแสไฟฟ้าที่มากกว่าขีดจกัดของมัน ก็ไม่อาจกระทำได้ ซึ่งให้ผลดีที่จะต้องเลือกใช้ขนาดของสวิตซ์ตัดวงจรที่เหมาะสมสำหรับแต่ละกรณีโดยไม่มีการปะปนกันในสวิตซ์ตัดวงจรแบบเก่านั้น การตัดวงจรจะอาศัยการโกงงอตัวของแถบโลหะต่าง ๆ ชนิดที่เชื่อมติดอยู่ด้วยกัน การโกงงอนี้เป็ฯผลมาจากความร้อนที่เกิดขึ้นเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวมันมากเกินขีดจำกัด ทำให้แถบโลหะชนิดหนึ่ง สำหรับสวิตซ์ตัดวงจรปัจจุบันมีการทำงานตัดวงจรด้วยวิธีการ 2 อย่างร่วมกันคือโดยอาศัยความร้อนและอำนาจแม่เหล็กหรือใช้ขดลวดแม่เหล็กซึ่งมีลูกเลื่อน หรือแกนกลางที่ถูกหน่วงเวลาการเคลื่อนที่ด้วยผลของความเสียดทานของของไหลนอกจากนั้น ยังมีการออกแบบให้สามารถทำงานรับกระแสไฟฟ้าเกินขีดจำกัดได้ชั่งคราวในช่วงเวลาหนึ่งโดยยังไม่ตัดวงจรแต่ถ้าสภาวะกระแสไฟฟ้าเกินขีดจำกัดยังคงดำเนินต่อไปแล้วมันก็จะทำการตัดวงจรทันที หรือถ้ากรณีในการเกิดไฟฟ้าลัดวงจร มันจะทำการตัดวงจรภายในเวลา 1 ใน100 ของวินาทีเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

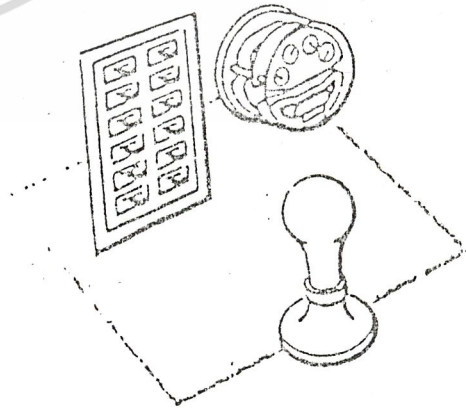
ตู้แผงวงจรรวม ซึ่งมีการใช้สวิตซ์ตัดวงจรอัตโนมัต ต่อร่วมไว้ในวงจรแยกแต่ละวงจร เพื่อป้องกันกระแสในวงจรแยกมิให้สูงเกินขีดจำกัด ซึ่งถ้าดูแผงหน้าของตู้แผงวงจรรวมแล้วก็เหมือน กับมีสวิตซ์ไฟฟ้าอยู่มากมายหลายตัวนั่นเอง

แสดงการทำงานของ สวิตซ์ตัดวงจรอัตโนมัต ด้วยอำนาจแม่เหล็กซึ่งมีช่วงหน่วยเวลาโดยอาศัยผลของความเสียดทานของของไหล ขณะเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลในขดลวดที่พันอยู่โดยรอบหลอดที่มีของไหลบรรจุอยู่ภายในตราบ เท่าที่กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขดลวดยังมีค่าน้อยกว่าค่าจำกัดที่กำหนดไว้แรงดึงของ อำนาจแม่เหล็กจากสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นรอบขดลวดก็จะมีค่าไม่มากพอที่จะเอาชนะแรงผลักของสปริงที่มีต่อลูกเลื่อน (หรือแกนกลางได้ ผลก็คือลูกเลื่อนจะหยุดอยู่กับที่)

ภาพที่ 25
ส่วนประกอบภายในของสวิตซ์ตัดวงจรอัตโนมัต (ก)และตู้แผงวงจรรวม(ข)



(ก)

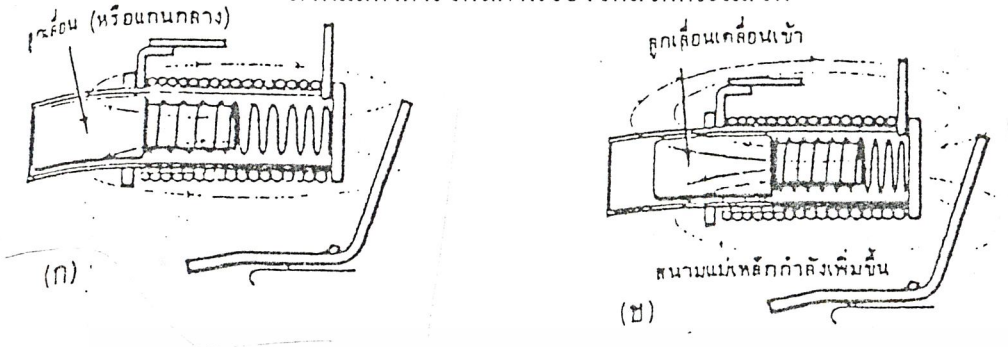


(ข)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 26

ภาพแสดงการไหลผ่านของขดลวดกระแสไฟ



(ก) ลูกเลื่อนเคลื่อนเข้า (ข) สนามแม่เหล็กกำลังเพิ่มขึ้น

เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลในขดลวด(ก) และเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเกินจำกัด (ข)

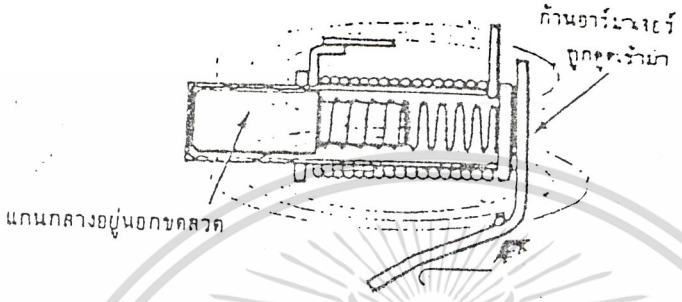
เป็นกรณีเมื่อกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขดลวดมีค่าเกินขีดจำกัด ดังเช่น ในช่วงเริ่มต้นเดิมให้มอเตอร์ไฟฟ้าทำงานจากสภาวะหยุดนิ่งเป็นต้น ในลักษณะนี้สนามแม่เหล็กจะเข้มขึ้นจนสามารถออกแรงชนะแรงต้านของสปริงได้ มีผลให้ลูกเลื่อนค่อย ๆ เคลื่อนตัวไปทางขวาช้า ๆ ทั้งนี้เพราะมีแรงต้านจากสปริงสูงขึ้นเรื่อย ๆ ในขณะที่ลูกเลื่อนเคลื่อนตัวไป ทางขวาอีกทั้งยังมีแรงต้านอันเกิดจากแรงเสียดทานและแรงดันตรงที่ของไหลภายในหลอดกระทำต่อลูกเลื่อน ขณะเดียวกันนั้นมอเตอร์ก็จะหมุนเร็วขึ้น ซึ่งตามคุณสมบัติของมอเตอร์ไฟฟ้าก็จะใช้กระแสไฟฟ้าน้อยลงกว่าเมื่อเริ่มต้นมาก สนามแม่เหล็กจึงอ่อนลงจนแพ้แรงดันของสปริงทำให้ลูกเลื่อนถูกสปริงดันกลับมาอยู่ทางซ้ายมือสุดเหมือนเดิม

เมื่อมีกระแสไฟฟ้าเกินขีดจำกัด ที่กำหนดไว้ไหลผ่านขดลวดเป็นเวลานานเกินกว่าช่วงหน่วงเวลา ดังเช่นกรณีที่มีมอเตอร์ออกแรงบิดรับภาระเกินกว่ากำลังกำหนดของมัน หรือในกรณีที่มีกระแสไฟฟ้าจำนวนสูงมากพอที่จะทำให้เกิดแรงดันของอำนาจแม่เหล็กมากจนเอาชนะแรงต้านของสสปริงและของไหล ลูกเลื่อนก็จะเลื่อนตัวเข้ามาอยู่ภายในขดลวดให้ยิ่งสูงขึ้นมาก ผลคือ มันจะดูดเอาก้านอาร์มาเจอร์เข้ามา กำไกกระเดื่องต่าง ๆ ที่ต่ออยู่กับก้านอาร์เจอร์จะเคลื่อนตัวไปบังคับให้หน้าสัมผัสยกตัวขึ้น ตัดวงจรทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

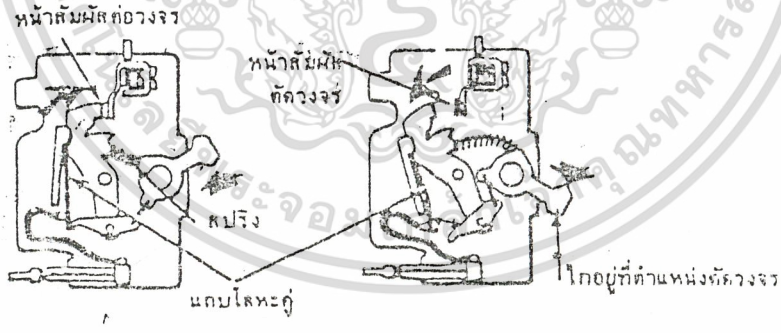
ภาพที่ 27

เมื่อมีกระแสไฟฟ้าเกินขีดจำกัดที่กำหนดไว้นานเกินช่วงหน่วงเวลา



ภาพที่ 28

สวิตซ์ตัดวงจรอัตโนมัติชนิดทำงานทั้งด้วยความร้อนและอำนาจแม่เหล็ก



เป็นสวิตซ์ตัดวงจรอัตโนมัติชนิดที่ทำงานทั้งด้วยความร้อนและด้วยอำนาจแม่เหล็กสวิตซ์ตัดวงจรอัตโนมัติแบบนี้จะมีชิ้นก้านเหล็กยึดติดแนบไว้กับแถบโลหะคู่ในกรณีที่มีกระแสเกินขีดจำกัด ไหลผ่านสวิตซ์เป็นเวลานานเกินกว่าช่วงเวลาที่ยอมให้ได้แล้ว ความร้อนที่เกิดขึ้นจะทำให้แถบโลหะคู่โก่งงอ (เนื่องจากโลหะทั้ง 2 ขยายตัวไม่เท่ากัน) ปลดกระเดื่องล็อคให้เป็นอิสระอันมีผลทำให้หน้าสัมผัสแยกตัวออกจากกันเป็นการตัดวงจร อีกทั้งยังมีผลทำให้ไกโยกพับลงไปอยู่ที่ตำแหน่งตัดวงจรด้วย ส่วนในกรณีที่มีกระแสจำนวนมากไหลผ่านตัวมันหรือในกรณีเกิดการลัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

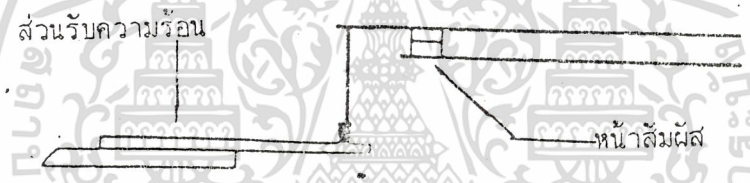
วงจรนั้นกระแสจำนวนมากดังกล่าวจะก่อให้เกิดสนามแม่เหล็กความเข้มสูงมากอยู่โดยรอบแถบโลหะคู่ซึ่งจะเหนี่ยวนำให้ก้านเหล็กที่แนบชิดอยู่กับแถบโลหะคู่ถูกดูดด้วยก้านเหล็กเกิดการโก่งงออย่างรวดเร็วปลดกระเดื่องล็อคให้เป็นอิสระในทันที ดังนั้นในกรณีนี้หน้าสัมผัสจะแยกตัวออกจากกันเป็นตัวตัดวงจรในทันทีทันใดโดยไม่มีช่วงหน่วงเวลาเหมือนกรณีที่พบโลหะคู่ค่อย ๆ โก่งงอด้วยผลจากความร้อน

ชุดควบคุมความร้อน

ชุดควบคุมความร้อน หรือเทอโมสตัท เป็นอุปกรณ์สำหรับควบคุมความร้อนให้คงที่หรือควบคุมความร้อนไม่ให้สูงหรือต่ำจนเกินที่กำหนดไว้ ชุดความร้อนมีส่วนประกอบอยู่ 2 ส่วนคือ ส่วนรับความร้อน กับส่วนหน้าสัมผัส

ภาพที่ 29

ชุดควบคุมความร้อน



ส่วนหน้าสัมผัสเป็นส่วนที่ใช้ตัดวงจรไฟฟ้าให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน

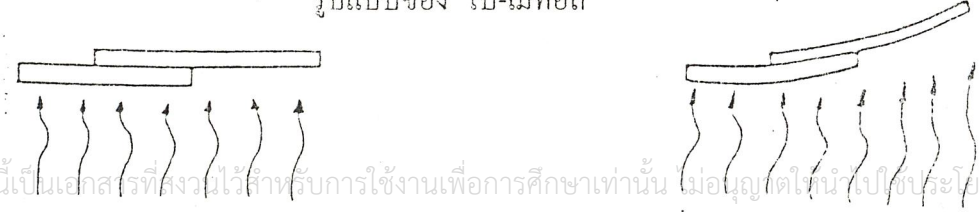
ส่วนรับความร้อนเป็นส่วนที่ใช้แยกหน้าสัมผัสหรือต่อหน้าสัมผัส

ส่วนรับความร้อนมี 2 แบบ คือ แบบไบเม็ททอล **(Bimetal)** และแบบแม่เหล็ก

แบบไบเม็ททอล จะอาศัยคุณสมบัติการขยายตัวของโลหะที่ไม่เท่ากันมาประกบติดกันเมื่อโลหะทั้ง 2 ชนิดได้รับความร้อนจะขยายตัว แต่เนื่องจากอัตราการขยายตัวไม่เท่ากัน จึงทำให้เกิดการโค้งงอ

ภาพที่ 30

รูปแบบของ ไบ-เมทอล



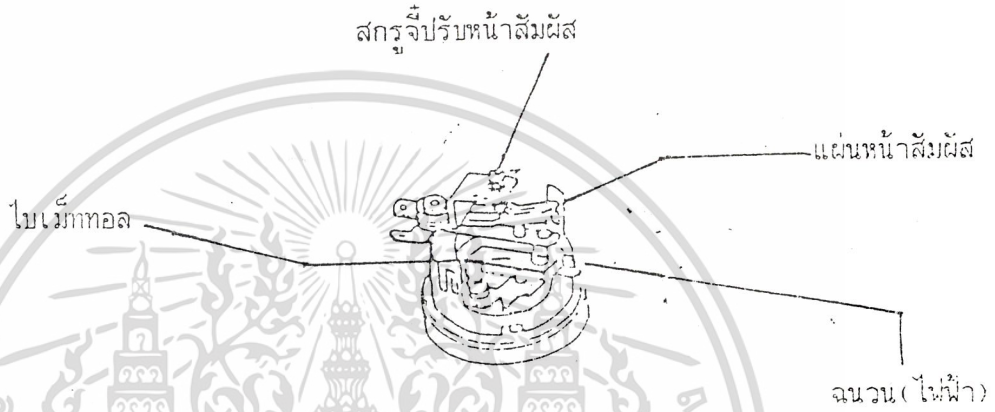
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อได้รับความร้อน จะขยายตัวทำให้งอขึ้น

ดังนั้นการทำงานของชุดควบคุมความร้อนแบบไบเม็ททอลจึงอธิบายได้

ภาพที่ 32

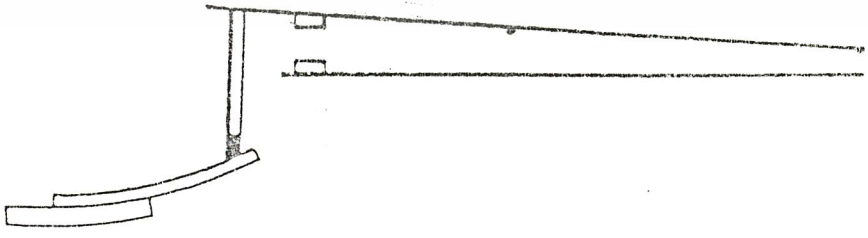
ระบบไบเม็ททอล



1. **ระบบใช้คุณสมบัติของแม่เหล็กถาวรร่วมกับไบเม็ททอล** (สวิตซ์แม่เหล็ก) เป็นระบบที่ใช้ไบเม็ททอลรูปจานวงกลมงอตัวไปดันก้านเหล็กซึ่งมีสปริงยุบตัว โดยอาศัยแรงดูดของแม่เหล็ก ทำให้แรงดันสปริงเอาชนะแรงดูดของแม่เหล็กดีดก้านเหล็กไปตัดกลไกไฟฟ้าอีกที

ภาพที่ 33

สวิตซ์แม่เหล็ก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หดตัวกลับสภาพเดิมทำให้หน้าสัมผัสกลับมาแตะกันอีกกระแสไฟฟ้าก็สามารถผ่านได้ใหม่ จึงเป็นการควบคุมความร้อนให้คงที่ได้

สำหรับความร้อนอีกแบบหนึ่ง คือ แบบใช้แม่เหล็กถาวรร่วมกับไบเม็ททอลจะใช้มากในหม้อหุงข้าวไฟฟ้า

ภาพที่ 34

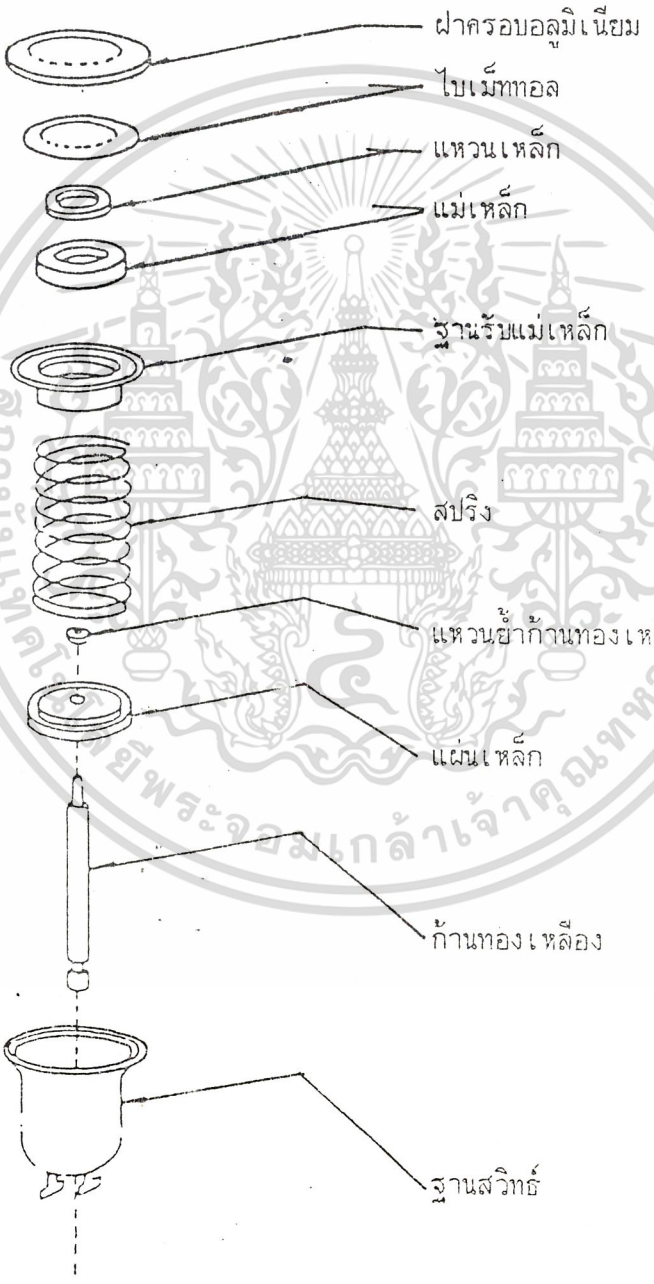
สวิตซ์แบบไบเม็ททอล

แม่เหล็กถาวรจะดูดแผ่นเหล็กไว้ ทำให้หน้าสัมผัสแตะกัน กระแสไฟฟ้าสามารถไหลผ่านหน้าสัมผัสไปยังลวดความร้อนได้ ความร้อนจะทำให้ไบเม็ททอลขยายตัว แต่เนื่องจากอยู่ระหว่างแม่เหล็กถาวรและแผ่นเหล็กก็จะมีแรงชนะแรงแม่เหล็ก ผลักให้แกนเหล็กลงมาข้างล่างแกนเหล็กนี้ก็จะไปแยกหน้าสัมผัสให้ห่างออกจากกัน กระแสไฟฟ้าผ่านไม่ได้ จึงเป็นการควบคุมความร้อนอีกแบบหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

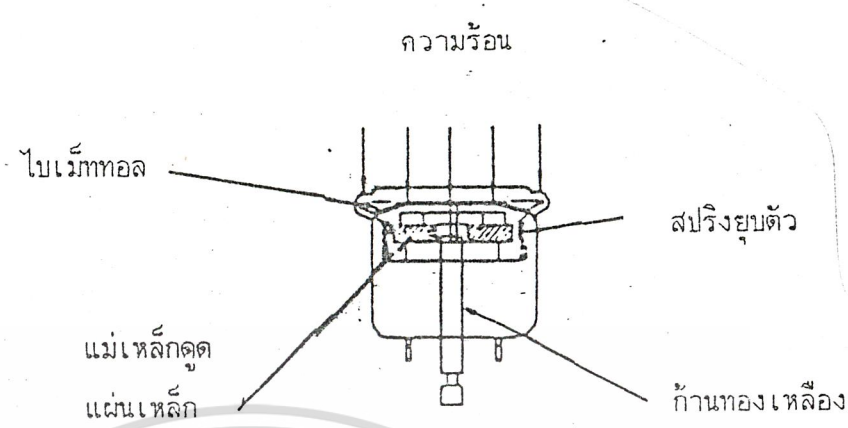
ระหว่างแกนเหล็กกับหน้าสัมผัสจะมีฉนวนไฟฟ้าซึ่งอาจจะเป็นไฟเบอร์หรือเบเกอร์ไลท์กั้นอยู่ เพื่อไม่ให้ไฟรั่วไปที่ชุดควบคุมความร้อนซึ่งต่อกับโครงเครื่องใช้ไฟฟ้า

ภาพที่ 36
แสดงส่วนประกอบของสวิตซ์แม่เหล็ก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 37



เมื่อสวิตซ์ของหม้อหุงข้าว จะทำให้ก้านทองเหลืองถูกกันขึ้นไปพร้อมกับแผ่นเหล็ก แม่เหล็กจะดูดแผ่นเหล็กเอาไว้ ขณะเดียวกันความร้อนจากหม้อหุงข้าวจะถ่ายเทให้กับไบเม็ททอล

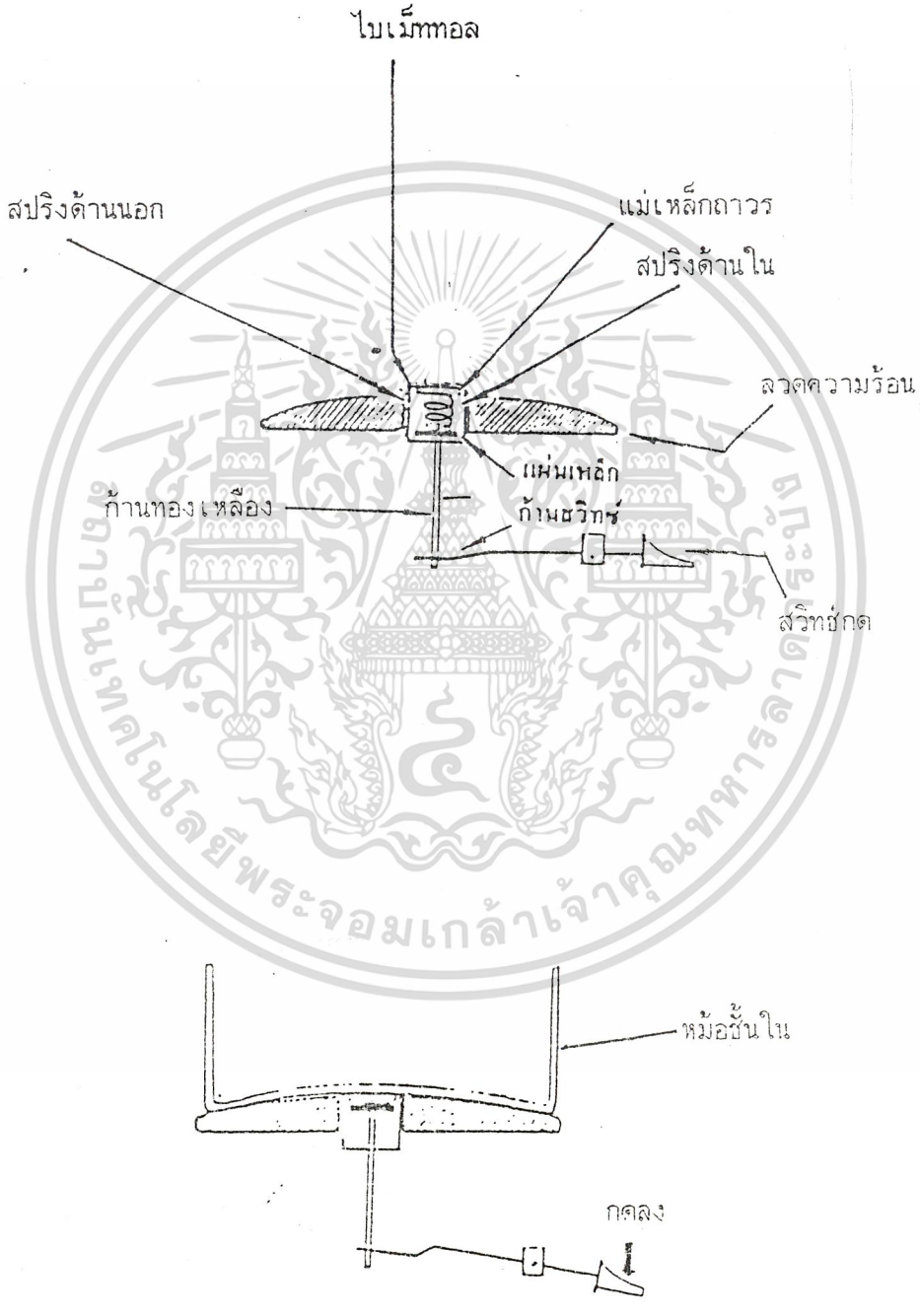
ภาพที่ 38

เมื่อไบเม็ททอลร้อนมากขึ้น จะงอตัวลงไปดันก้านทองเหลือง ทำให้สปริงเอาชนะแรงดูดของแม่เหล็กดันให้ผ่านเหล็กและก้านทองเหลืองหลุดลงมาและก้านทองเหลืองนี้ก็จะไปตัดกลไกลไฟฟ้าอีกทีหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 38

การทำงานของชุดควบคุมความร้อน



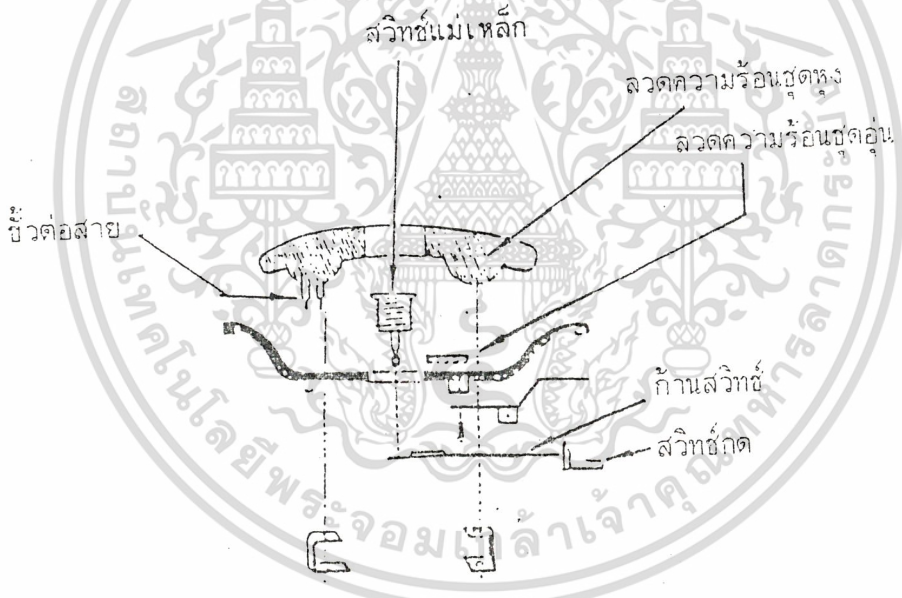
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สวิตซ์แม่เหล็กปกติจะโผล่พ้นลวดความร้อนออกมาเล็กน้อย เนื่องจากถูกดันด้วยสปริงด้านนอกของสวิตซ์แม่เหล็ก ดังนั้นถ้าหากยังไม่ตั้งหม้อชั้นในลงบนลวดความร้อนถ้าไปกดสวิตซ์แม่เหล็กและแผ่นเหล็กจะอยู่ห่างกันมาก จนแม่เหล็กดูดแผ่นเหล็กไม่ได้ เมื่อปล่อยสวิตซ์สปริงด้านในก็จะดันแผ่นเหล็กลงมา ดังนั้นหม้อหุงข้าวจึงไม่ทำถ้าไม่มีหม้อชั้นในวางอยู่บนลวดความร้อน

เมื่อตั้งหม้อชั้นในลงบนลวดความร้อน หม้อชั้นในจะทับสวิตซ์แม่เหล็กทำให้สวิตซ์แม่เหล็กเลื่อนลงมาอยู่ในระดับเสมอกับความร้อน เมื่อกดสวิตซ์ แม่เหล็กก็จะดูดแผ่นเหล็กได้ ทำให้สวิตซ์ค้างแม้จะปล่อยมือจากการกดสวิตซ์

ภาพที่ 39

การทำงานของชุดความร้อน



จากนั้นใช้ไขควงถอดหลักต่อสายของลวดความร้อนชุดหุง แล้วจึงถอดสกรู (8), (9) ซึ่งใช้ยึดลวดความร้อนกับฐานรอง จะสามารถถอดลวดความร้อนชุดหุงออกมาได้

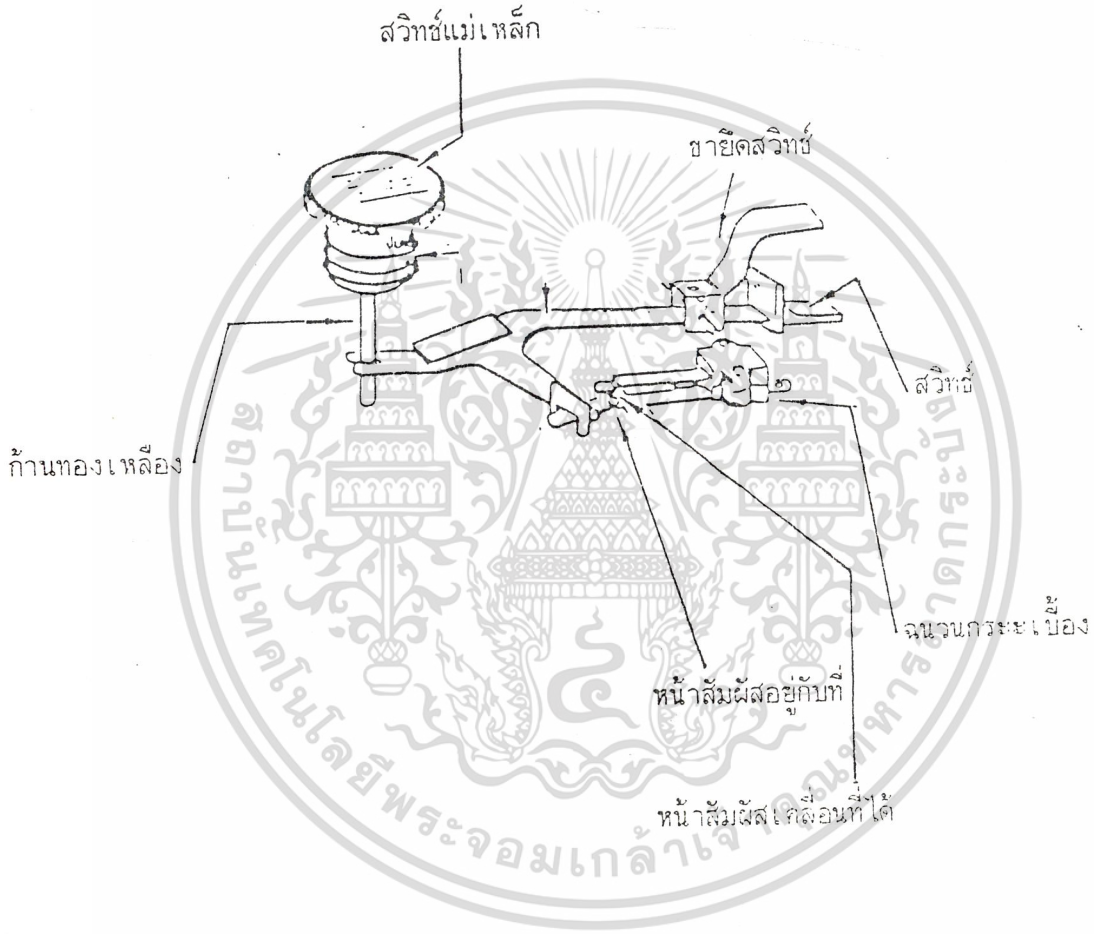
ส่วนการถอดสวิตซ์แม่เหล็กให้ถอดสกรูที่ใช้ยึดก้านสวิตซ์ติดกับฐานรองออกแล้วเลื่อนก้านสวิตซ์ออกมาจากแกนเหล็กของสวิตซ์แม่เหล็ก ก็จะดึงสวิตซ์แม่เหล็กออกมาได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดควบคุมความร้อนของหม้อหุงข้าวไฟฟ้า

ชุดควบคุมความร้อนของหม้อหุงข้าวรุ่นนี้ใช้ระบบสวิตซ์แม่เหล็ก

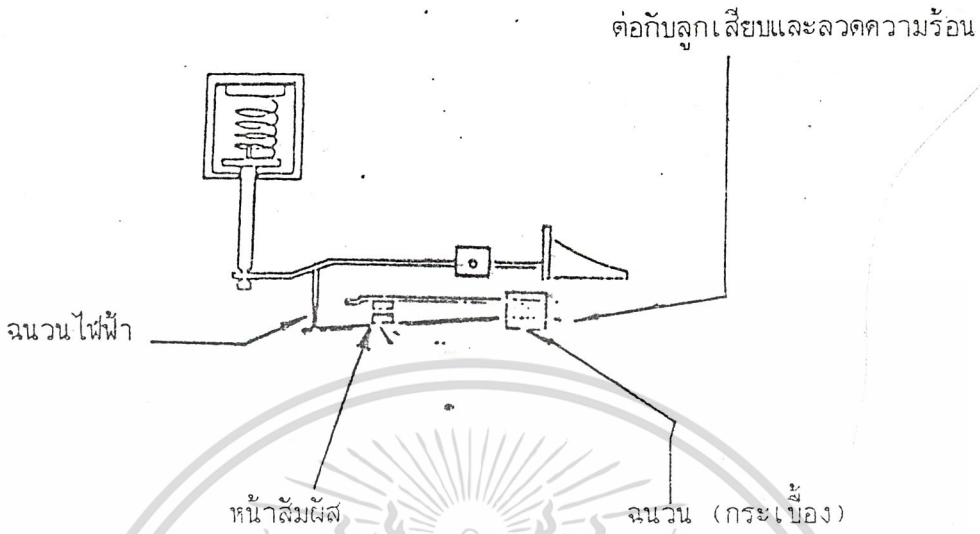
ภาพที่ 40



แสดงรายละเอียดของชุดควบคุมความร้อนซึ่งประกอบด้วยสวิตซ์แม่เหล็กและหน้าสัมผัส

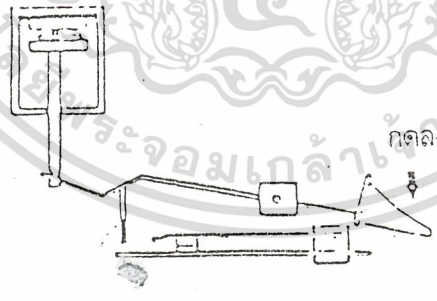
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 41



ยังไม่กดสวิตซ์ หน้าสัมผัสแยกจากกัน

ภาพที่ 42



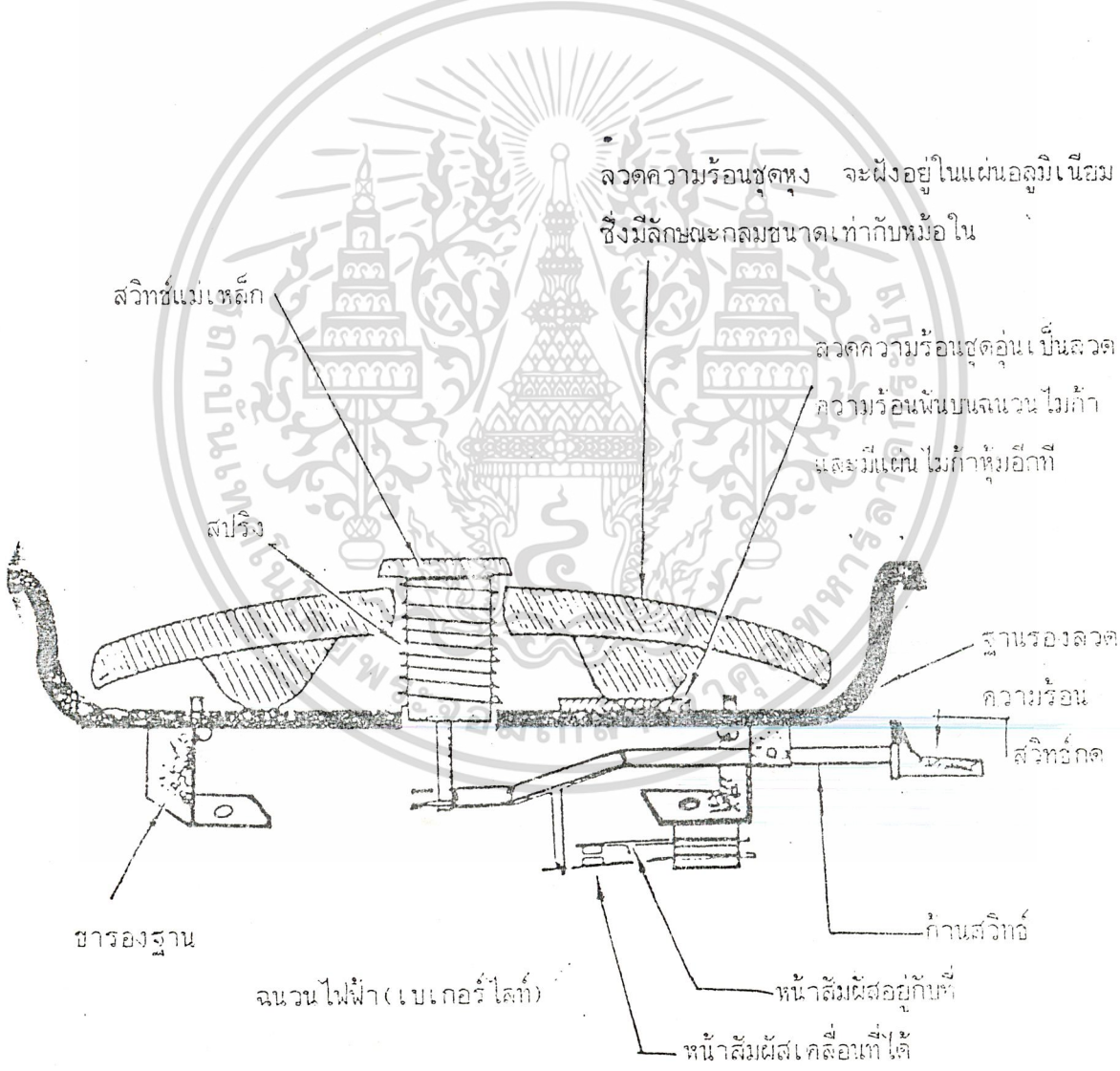
กดสวิตซ์แล้วหน้าสัมผัสแตะกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากก้านสวิตซ์จะเป็นตัวตัดต่อหน้าสัมผัส ซึ่งเป็นทางผ่านของกระแสไฟฟ้าไปยังลวดความร้อนชุดหุงดังนั้นขณะที่ยังไม่กดสวิตซ์ ก้านสวิตซ์จะไปแยกหน้าสัมผัสให้ห่างจากกัน ลวดความร้อนชุดหุงก็จะยังไม่ทำงาน แต่เมื่อกดสวิตซ์ ก้านสวิตซ์จะถูกยกขึ้นและถูกดูดให้ค้างด้วยอำนาจแม่เหล็กของสวิตซ์แม่เหล็ก หน้าสัมผัสก็จะกลับมาแตะกัน (หน้าสัมผัสจะแตะกันถ้าไม่มีก้านสวิตซ์มาแยกให้ห่าง) ทำให้กระแสไฟฟ้าสามารถไหลผ่านหน้าสัมผัสได้ ลวดความร้อนชุดหุงก็จะทำงาน

ภาพที่ 43

แสดงรายละเอียดด้านข้างของมาตราฐานลวดความร้อน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป

การส่งผ่านความร้อน มี 3 ทางคือ การนำความร้อน การพาความร้อน และ การแผ่รังสีความร้อน ทุกอย่างที่กล่าวมาจะต้องเกิดจากอุปกรณ์สร้างความร้อน อุปกรณ์ดังกล่าวจะเป็นส่วนประกอบภายในเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ความร้อนโดยทั่วไป เช่น เตาไฟฟ้า เตารีด หม้อหุงข้าวไฟฟ้า เป็นต้น อุปกรณ์ความร้อนจัดได้ว่าเป็นหัวใจในการทำงานของเครื่องเพราะมันจะทำหน้าที่เป็นตัวเปลี่ยนพลังงานจากไฟฟ้าให้มาอยู่ในรูปแบบของความร้อนได้ ซึ่งก็เป็นจุดมุ่งหมายของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ความร้อนโดยทั่วไป

ตามปกติอุปกรณ์สร้างความร้อนมักจะเรียกกันว่า "ลวดความร้อน" "แผ่นความร้อน"หรืออาจเรียกรวมๆว่า "ฮิทเตอร์" ลวดความร้อนส่วนใหญ่จะเป็นลวดนิโครม ซึ่งได้จากการผสมจาก นิเกิล 60 % เหล็ก 24% และ โครมเมี่ยม 16% สำหรับการต้านทานไฟฟ้าของลวดนิโครมจะสูงกว่าลวดทองแดง ประมาณ 50-60 เท่า ลวดนิโครมจะมีคุณสมบัติที่จะนำมาใช้เป็นอุปกรณ์สำหรับเปลี่ยนผลังงานไฟฟ้าให้ออกมาเป็นผลังงานความร้อน ลวดนิโครมสามารถแบ่งออกตามลักษณะได้ 3 แบบคือ ลวดความร้อนแบบเปลือย ลวดความร้อนแบบกึ่งปิด ลวดความร้อนแบบปิด

ตอนที่ 3 วัสดุป้องกันและเก็บความร้อน (refratory)

สำหรับในวงการอุตสาหกรรมที่มีความร้อนเข้ามาเกี่ยวข้องด้วยนั้นวัสดุที่ทนความร้อนและใช้ป้องกันไม่ให้ความร้อนแผ่ออกมาภายนอกนั้นจึงเป็นสิ่งที่สำคัญมากดังนั้นเรื่องของเฟร็ดโทรี **(refeactory)** จึงเป็นเรื่องที่ต้องศึกษาเพื่อใช้กับงานที่ต้องใช้อุณหภูมิสูงและต้องใช้กับเครื่องมือเครื่องใช้บางชนิดที่ต้องทำงานในที่ที่มีอุณหภูมิสูง ๆ เช่นในโรงงานอุตสาหะกรรมเครื่องปั้นดินเผา ซึ่งใช้อุณหภูมิเกินกว่า 1000 องศาเซี่ยว อุณหภูมิที่หลอมละลายในบรรยากาศอ๊อดแอ๊ดซิเดชั่วแต่ว่า **(oxidation)**

จีแจ็บโมรี **(refractory)** ซึ่งใช้ในงานอุตสาหะกรรมส่วนใหญ่จะใช้เป็นส่วนประกอบของโครงของเครื่องใช้ **(equtpment)** ส่วนของโครงสร้างของเตาถ่านเช่น เตาเผาทำลาย **(blast furnace)** เตาเผาแบบ โอจีนแส - ฮาห์ เฟอะ **(open heabth furnacd)** เตาเผา ซีเมนต์, เตาหลอมละลายแก้ว, เตาเผาเครื่องปั้นดินเผา เตาเจ็ทนิวเคลียร์ เพาเวอร์ชัน พลานามัย เป็นต้น

จีแจ็บโทรี ซึ่งเป็นวัสดุทนความร้อนและเก็บความร้อนนี้แบ่งออกได้หลายพวก แบ่งตามคุณสมบัติทางด้านความร้อน แบ่งตามคุณสมบัติทางด้านเคมี ตามคุณสมบัติทางกายภาพ นอกจากนั้นยังมีทีจีแจ็บโทรี ที่มีในห้องตลาดและที่สังเคราะห์ขึ้นใหม่ ๆ อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัสดุทนความร้อนแบ่งเป็น 4 พวก วัสดุทนความร้อนมีสารประกอบหลายชนิดด้วยกัน สามารถแบ่งเป็น 4 พวก ดังต่อไปนี้

1 1. สารประกอบพวกออนไกด์โนซิลิเกเซิ้ง

2 2. สารประกอบพวกซิลิกร้านเป็นส่วนใหญ่

3. เดซิกรัมโทรี โดยมีสารประกอบ ระเกศแมกนิไทร , โปโล โครเมี่ยม

4. จีแจ็บโทรีชนิดต่าง ๆ ได้แก่พวกอิฐทนไฟ fire Brice ซิลิคอน คาร์โบไฮเดรต ฯลฯ จีแจ็บโทรีที่มีสารประกอบอุลูกโนซิลิเกตรลอด (SI2 O3 SIO3) ได้แก่พวกดินบนไฟ เป็นวัตถุดิบที่ใช้ส่วนใหญ่นับว่าเป็นจีแจ็บโมรี ที่ใช้ในโรงงานประมาณ 70 %ทั้งนี้เพราะดินทนโพหลีโกมินา สูง ซึ่งเป็นสารทนไฟที่ผสมสำคัญดินทนไฟนี้ประกอบด้วย

- อลูมิเนียมออกไซด์ (SL2 O3)
- ฟิล์มลิโมนนท์ **(fillimonite)**
- คยาไนท์ **(fyaite)**

ส่วนประกอบเหล่านี้เป็นแร่แอซไมยอรูมิโนซิลิเกชไม **(SI_2 O_3 SIO_3)** ตัวอย่างของวัสดุบนไฟ **(REFRACTORY)** ประเภทนี้คือ

1. ดินทนไฟ **(fire clay re fractoby)** มีคุณสมบัติ
   - ทนไฟประมาณ 28-33
   - สัมประสิทธิ์การ ขยายตัวเมื่อได้รับความร้อน ประมาณ ประมาณ 0.4-0.7% ในอุณหภูมิ 1000
   - หดตัวเมื่อได้รับความร้อนน้อยกว่า ซิลิกขา จีแจ็บ
   - คุณสมบัติในการรับแรงมีค่าต่ำในขณะที่ถูกความร้อนสูง
   - ทำปฏิกิริยากับเทริด **(basic slace)**

การใช้งาน

- ใช้ในการก่อสร้างเตาโดยทั่ว ๆ ไป

2.พวกที่หมีมิโนสูง **(hijoe awmibd repractoby)**

คุณสมบัติ

- ทนต่อความร้อนได้สูงมาก **(SK 35 -40)**
- ทนต่อสแลง**(lsao)**ทุกชนิด
- รับน้ำหนักได้ดีที่อุณหภูมิสูง ๆ
- เป็นตัวนำความร้อนสูง
- ทนต่อปฏิกิริยา **(thermal shock)**
- ไม่ทำปฏิกิริยากับก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์**(CO)**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้งาน

- ใช้ทำผนังเตาในส่วนที่เป็นห้องเผา **(iurlbiono chember)** ใช้บุภายในเตา หลอมโลหะ, เตาซีเมนต์, ท่อน้ำโลหะหลอมเหลว **(ledle)** ไหลผ่าน ส่วนประกอบของเตาไฟ

จีแจ๊บโทรีที่มี ซิลิกร้านเป็นสารประกอบ (silica refratory)

จีแจ๊บโทรี **(refractory)** พวกที่ 2 ซึ่งมี ซิลิกร้านเป็นส่วนประกอบที่สำคัญนิยมใช้รองจากพวกที่ 1 คือ ประมาณ 15% ของทั้งหมดวัสดุที่นำมาผลิตจะทำจากหินเขี้ยวหนุมาณพ **(qabtz)** บดละเอียด 2% เติมหินปูน **(CAO)** เพื่อช่วยให้มีการยึดเกาะของโมเลกุลดีขึ้นก่อนและพลังให้ความร้อนสำหรับเซมิคซิลิก้า จีแจ๊บโทรี **(semi silica ptefractoob)** ทำจากดินที่มี ซิลิกขา สูงมากกว่า 70 % ซิลิกขา จีแจ๊บโทรี **(silica refrkctory)** มีคุณสมบัติดังนี้.

- ทนต่อแอมิคสัญญี **(acid slab)** ได้ดี
- มีค่าความสามารถรับแรงที่มากระทำได้ในที่ที่มีอุณหภูมิสูง 1650 องศาเซนติเวสสันดร
- ขยายตัวเล็กน้อยที่อุณหภูมิสูงกว่า 160
- ทนต่อปฏิกิริยา เธอมัลละ ก๊อ **(thermas shock)** ได้ดีสำหรับการใช้งาน ใช้เป็นผนังเตาหลอีเห็นลกล้า, ส่วนโค้งของหลังคาเตา ตระแกรงให้ความร้อนผ่านและส่วนรับน้ำหนักของที่อยู่ในเตา **(sheekrs)** ผนังเตาสำหรับเผาถ่านหิน **(coak)** ส่วนหลังคาของเตาทั่ว ๆ ไป.

เบซิค จีแจ๊บโทรี (bastc refratory)

1. แมงคาเรือง จีแจ๊บโทรี **(macnesttearefarctoby)** เป็นวัสดุที่มีชื่อสามัญรู้จักในนามว่า แบ็กโบนนิเซี่ยวคาร์บอเนต **(cabbonate)** เป็นวัตถุดิบที่รู้จักใช้กันภายหลังจากสงครามโลกครั้งที่ 2 โดยมี

- แม็คนีเซี่ยมออกไซด์ **(MCO)** เป็นส่วนประกอบส่วนใหญ่
- เหล็กแมกนีเซียม **(FE 2 0 3)** ประมาณ 5 %

คุณสมบัติของจีแจ๊บโทรีพวกนี้คือ

- ทนความร้อนได้สูงมาก **(KS)** 37
- ทนต่อเดซิกรัม **(bastc llac)**
- แต่ไม่ทนต่อปฏิกิริยา เธอมะลิเลื้อย ก๊อ **(thermail shock)** และไอน้ำ **(steen)**
- มีความสามารถ ในการรับน้ำหนักที่มากระทำที่อุณหภูมิสูงและต่ำ
- สแตนเลส (ส.ป.ส.) การขยายตัวเมื่อได้รับความร้อน

การใช้งาน: ใช้ทำส่วนกั้นห้องเผา **(burnd chember)** ผนังของเตาเดซิกรัม **(basic klin)** และผนังที่ใช้กับงานที่มีอุณหภูมิสูง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จีแจ๊บ โทรีชนิดต่าง ๆ (misceilaneobs refroctory)

นับเป็นวัสดุทนความร้อนชนิดพิเศษ เพราะนำมาใช้กับงานเฉพาะอย่างได้แก่

1. ซิลิคอน จีแจ๊บเทรี **(silicon carbide aefractby)**

คุณสมบัติ

- ทนต่อแอกิดาหยัน สแลง **(acid slag)** ได้ดีแต่จะเข้าปฏิกิริยากับเทริด **(balicslag)**
- เก็บความร้อนได้ดี, ทนต่อปฏิกิริยาเธอมัลละ **(THERMAL SHOCK)** ดี
- เป็นตัวนำไฟฟ้าได้ดี
- นำความร้อนได้ดีกว่าดินทนไฟ **(fire clay refrac)** 10 เท่า
- ทนต่อแรงกระทำและรับน้ำหนักได้ดีมากในสภาวะที่อุณหภูมิสูง
- ทนต่อการเสียดสี, ขีดขูดได้ดี
- ทนต่อกรด **(alid chemcals)** ดี ในอุณหภูมิสง
- ถูกออกซิโคซงดำง่ายเมื่อกำปอริกับโลหะหนัก เหล็ก ออกไซด์ (FE_2 O_3) ที่อุณหภูมิสูง 1200

การใช้งาน

ทำจ๊อกกิ้ง **(suggare muffle)** หลอดในห้องทดลองเคมีบุเตาที่ต้องการความร้อนสูงซึ่งใช้ในงานกรณีพิเศษ

ปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์ ได้ค้นพบวัสดุชนิดใหม่สำหรับทำภาชนะป้องกันความร้อนคือ ไตรตอนเกาบิล **(triton kowgglj)** ซึ่งมี น.น. เบามากแต่ทนความร้อนสูงได้ถึง 1260

ไตรตอนเกาวาลวีชนีเป็นอย่างไร

ไตรตอนเกาวาลวีชนีมีลักษณะพิเศษที่ถูกอัดคล้ายกระดาษ ซึ่งถ้านึกออกแล้วจะมีลักษณะเป็นสุขุมาลและเป็นเส้น ๆ เช่นเดียวกับเยื่อกระดาษ สามารถผลิตได้ในรูปลักษณะต่าง ๆ กัน เส้นใยของไตรตอนเกาบิล มีเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 2.8 ไมโครเมตร มีความยาวตั้งแต่ 12-254 มมาก. ความยาวเฉลี่ย 100 มมาก. (4")

จากการทดสอบ โดยใช้เส้นใยของไตรตอนเกาวาลวีชนีอัดกันเป็นแผ่นคล้ายกระดาษหนา 63 กมล. โดยทำเป็นกล่องคล้ายเตาหลอมโลหะ พบว่ากล่องนี้สามารถทนความร้อน ได้สูงกว่า 1000

ไตรตอน เกาบิล **(lriton kaowggv)** เท่าที่มีหลายบริษัทในยุโรปถดีทำการผลิตออกมาจำหน่ายมีลักษณะดับต่อไปนี้

1. ในรูปของเป็นแผ่น (blanket) ซึ่งมีลักษณะคล้ายกระดาษที่สุดคือเราสามารถตัดด้วยกรรไกรได้ เพราะไม่ได้ผสม **bindeb**เข้าไปส่วน **blanket** จะใช้สำหรับหุ้มพวก **stainlesi-tulmesh**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความหนาแน่นมีตั้งแต่ 48,64,96,128,160 กก ./ N

ความหนา ตั้งแต่ 6.35จนถึง 50.80 /mm

การนำความร้อนตั้งแต่ 0.04 จนถึง 0.17

2. ในรูปของกระดาษทนไฟ (cabamic-fiber paper) ซึ่งสามารถผลิตได้โดยใช้เครื่องอัดกระดาษมีความหนา 3 ขนาด คือ 00.5mm 1.mm 2.mm

ความกว้าง 250 ถึง 500 mm

3. ในรูปลักษณะต่าง ๆ ตามต้องการโดยวิธีการขึ้นรูปแบบสูญอากาศ (vacunmfor-ming process) ซึ่งบริษัท **neston factory of the man fqeturess**สามารถผลิตในรูปร่างต่าง ๆ ตามต้องการเช่น รูปแท่ง,รูปกรวย,ทรงกระบอกฯลฯ
ตามต้องการกับงานกับการใช้งาน

ดังกล่าวมาแล้วจะเห็นได้ว่า ไตรตอนเกาบิล สามารถทำเป็นวัสดุป้องกันและเก็บความร้อนได้เกือบทุกชนิด ทั้งที่จะเป็นรูปลักษณะต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับ **heat tbansfer**อย่างแพร่หลายเช่น เครื่องนำความร้อน หรือการเก็บความร้อนของเครื่องยนต์เพื่อภายในรถจะไม่ร้อน โดยใช้ไตรตอนเกาบิล หรืออีกตัวอย่างคือ เตาอบมีขนาดยาว 6 ม. กว้าง 1.5 ม. หุ้มด้วยไตรตอนเกาวาลวีชนีในรูปของ **blanket sok**100 mm สามารถเก็บความร้อนภายในได้ 260

แผ่นแอสเบสโทลักซ์เป็นวัสดุก่อสร้างชนิดพิเศษที่มีคุณสมบัติที่ทนไฟอย่างดีเลิศและเป็นฉนวนป้องกันความร้อนที่ดี เหมาะอย่างยิ่งที่ใช้กับการก่อสร้าง เช่นใช้ทำฝ้าเพดานกรุผนังภายในป้องกันอัคคีภัย, ใช้กับงานอุตสาหะกรรม โดยเป็นฉนวนป้องกันความร้อน

แอสาบสูญโทหลักทำด้วยใยพินอบพิเทาโมไซน์,ดินเผา และสารประกอบจำพวกออนไซด์อีก ๆ โดยผ่านกรรมวิธีต่าง ๆ แบบใหม่ ๆ คุณสมบัติที่เดินของแอเสบยโทลักขะ คือ

- ไม่ไหม้ไฟฟ้า
- ทนอุณหภูมิได้สูงถึง 2000 เซนติเกรด นาย 6 ซม.
- แข็งแรงทนทาน
- น้ำหนักเบา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- มีความคร่อมตัวดี
- ถูกน้ำหรือแช่น้ำเป็นเวลานานจะไม่พองหรือปิด , งอและไม่ขยายตัว
- เมื่ออมน้ำจะไม่ขึ้นรา
- ไม่ผุ, เปื่อย, สลายตัว เมื่อถูกไอของกรดต่าง ๆ
- ไม่มีปฏิกิริยาทางเคมี

ใช้ประกอบทำตู้,ประตู,ผนังห้องบพร่องไดหนีไฟได้ดีมาก

-สำหรับโรงงานอุตสาหะกรรม ใช้กรุทำฝ้า เพดาน ผนัง ห้องสำหรับป้องกันความร้อนและอัคคีภัย เช่นป้องกันความร้อนจาก หม้อน้ำร้อน, เตาเผา, เตาถลุงโลหะใช้ประกอบกับการทำห้องเก็บวัสดุไฟฟ้า

-ในการติดตั้งแผ่น **AESBASTOLUX** ติดตั้งได้สะดวก,เลื่อย,เจาะไน,ลบมุม,ตอกตาปู, และติดก๊อแหวนได้ง่าย เช่นเดียวกับงานข้อมูลเกี่ยวกับรูปแบบของฉนวนกั้นอุณหภูมิ

ข้อมูลเกี่ยวกับรูปแบบของฉนวนอุณหภูมิ

แบบและชนิดของฉนวนที่มีอยู่ในท้องตลาด วัสดุฉนวนที่สามารถนำมาใช้ในเครื่องเป่าลมเย็น มีด้วยกัน 5 ชนิดคือ

- โพหลีโกไตรีโมต **(polystyrene Foam)**
- โพลียูรีเนียม **(Polyurethane Foam)**
- ฉนวนยาว **ACROFLEX CLOSED CELL**
- ฉนวนโหม **CLIMFLE Closed cell**
- ใยแก้ว **(Fiber Glass)**

โพหลีไตรีโมต (polystyrene Foam)

คือโชมโรมสำเร็จรูปที่มักนำมาใช้กับงานอื่น ๆ ทั่วไปสำหรับฉนวนกั้นอุณหภูมิในเครื่องปรับอากาศ อาจสามารถนำมาใช้ได้โดย จะต้องมีความหนาแน่นของโชมโรม อย่าน้อย 1.5 ปอนด์/นิ้ว แต่โพหลีโกไตรีนโฟม มีคุณสมบัติดูดซึมน้ำได้ จึงมักไม่ค่อยนิยมใช้นำมาเป็นฉนวนในเครื่องทำความเย็น

โพลียูรีเนียม (Polyurethane Foam) หรือโหมฉีด

ได้จากการเตรียมสารเหลว 2 ชนิด คือ ส่วนที่เป็น **Resin** และส่วนที่เป็น **Hardener** นำมาผสมกันและมีสารทำความเย็นเบอร์ 11 เป็นตัวทำให้เกิดอากาศจะได้ฉนวนโหมที่มีความแข็งและมีโพรงอากาศเล็กๆ จำนวนมากเกิดอยู่บนเนื้ออ่อน ซึ่งจะมีลักษณะเป็น **Closed Cell** โพลียูรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทนนิส สามารถนำมาทำเป็นฉนวนกั้นอุณหภูมิได้ดีเพราะไม่อมน้ำ แต่ตัวของผลิตภัณฑ์ที่จะใช้ควรมีโครงสร้างของผนังเป็น 2 ชั้นเพื่อเป็นช่องว่างให้โฟมขยายตัวตามรูปทรงแต่โดยทั่วไปไม่นิยมใช้โฟมชนิดนี้กันเครื่องเป่าลมเย็นเนื่องจากกรรมวิธีการผลิตยุ่งยาก

ยาง (RUBBER)

ปัจจุบันจัดว่ายางเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในงานอุตสาหะกรรมทุกประเภท ไม่โดยตรงก็ทางอ้อม โดยตรงได้แก่ อุตสาหะกรรมประเภทยางรถยนต์ ยางในเครื่องบิน ยางในรองเท้า ท่อน้ำ สายพาน ลูกยาง ต่าง ๆ เป็นต้น โดยทางอ้อมก็เป็นชิ้นส่วนของเครื่องจักรเครื่องมือต่าง ๆ และมันเป็นส่วนที่สำคัญยิ่งในอุตสาหะกรรมประเภทนั้นด้วย

ประเภทของยาง

ด้วยเหตุผลดังกล่าวมาขั้นต้น ยางจึงแบ่งออกเป็นหลายประเภท หลายชนิด ซึ่งพอจะแบ่งออกได้ดังนี้คือ

1. ยางธรรมชาติ (Natural Rubber) เป็นยางที่ได้มาจากยางพารา วัตถุดิบชนิดนี้มีมากในประเทศไทย มีคุณสมบัติที่พอสรุปได้ดังนี้คือ

- ค่าความทนต่อแรงดึงมีมาก
- ความสามารถในการยืดหดดี
- การทนต่อการขีดข่วนดี
- เปอร์เซ็นต์ในการรับน้ำหรือดูดซับมีค่าน้อย

ค่าต่าง ๆ ที่กล่าวมาจะดีมาก เมื่ออยู่ในช่วงอุณหภูมิไม่เกิน 70 องศา ซ.ถ้าเกินกว่านี้คุณสมบัติจะลดลงอย่างรวดเร็วคือ ไม่สามารถทนต่อความร้อนสูงได้และข้อเสียอีกอย่างของยางประเภทนี้คือ ไม่สามารถรับน้ำมันหรือทนน้ำมันได้เพราะฉนั้นจึงไม่นิยมเอายางชนิดนี้ไปใช้ดิบในการผลิตอะไหล่ที่ต้องรับความร้อนหรือต้องเกี่ยวข้องกับน้ำมัน

ยางสังเคราะห์ (Synthetic Rubber) เนื่องจากความไม่สามารถทนต่อความร้อนและน้ำมันจึงทำให้มีผู้คิดประดิษฐ์ยางเทียม หรือยางสังเคราะห์ขึ้นมาเพื่อชดเชยข้อเสียของยางธรรมชาติ โดยคุณสมบัติทนต่อความร้อนได้สูงขึ้นน้ำมัน ทนกรด ทนด่าง เป็นต้น ดังนั้นราคายางจึงแพงกว่ายางธรรมชาติมาก

ยางสังเคราะห์มีอยู่มากมายหลายประเภท แต่ประเภทใหญ่ ๆ ที่นิยมใช้ในบ้านเรามีดังนี้คือ

1. SBR(STYRENE BUTADIENE RUBBER) ใช้ทำ **MACHANICAL PARTS** ทั่วไปเพราะทนต่อความร้อน การเสียดสี ดีกว่ายางธรรมชาติ แต่ทนน้ำมันไม่ได้

2. NBR (NITRILE BUTADVENE RUBBER) เป็นยางสังเคราะห์ที่นิยมใช้กันมากเพราะกันน้ำมันได้ดี ทนความร้อนได้ประมาณ 125 องศา ซ.

3. CR J (CHLOROPRENE RUBBER) ทนความร้อนได้ดีพอ ๆ กับแต่กันน้ำมันได้ไม่ดีนัก มีความทนต่อแรงดึง ความสามารถในการยืดหดตัวมีค่าสูงกว่าแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. SR (SILICONE RUBBER) เป็นยางที่มีคุณสมบัติทนความร้อนสูงประมาณ 250

การผสมยาง

การผสมยางคือ การใช้ยางดิบจะเป็นยางธรรมชาติหรือยางสังเคราะห์ก็ตามมาตีจนอ่อนตัว แล้วเอาสาร แบคทีเรีย บิลเลียด,แบคทีเรีย,แบคทีเรียซิซีเรียม ลัดส่วนที่ผสมแล้วแต่ต้องการแล้ว แต่ความเหมาะสมผสมเข้าไปให้เข้ากับยางดิบ จนเป็นเนื้อเดียวกันแล้วจึงนำมาเข้าแบบพิมพ์เป็นรูปร่างต่าง ๆ ต่างที่ต้องการ

การผสมยางอะไรก็ตามผู้ผลิตต้องคำนึงถึงการใช้งานเป็นหลักใหญ่ แล้วจึงเลือกประเภทของยาง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จึงจะสนองความต้องการในด้านประโยชน์ใช้สอยได้ดี เพราะทั้งนี้ต้องคำนึงถึงต้นทุนการผลิตด้วย

คุณสมบัติของสารเคมีหลักต่าง ๆ ที่ต้องใช้ในการผสมยาง

1. ACTIVE FILLER	เพิ่มแรงดึง
1. NON ACTIVG FILLER	ใส่ไปเพื่อเพิ่มปริมาณเท่านั้น
3. ACTIVATOR	ใส่ไปเพื่อกระตุ้นให้ยางสุก
4. ACCELLERRATOR	ใส่ไปเพื่อให้ยางสุก

กรรมวิธีการผลิตยางแบ่งออกได้หลายประเภทคือ

1. การรีด	**(EXTRUSING)**
2. การอัด	**(COMPRESSING)**
3. การฉีด	**(EWJECTION)**

1. การรีด

การรีดเป็นกรรมวิธีการผลิตยาง ที่มีลักษณะเป็นท่อ เส้นยาว ๆ ขั้นตอนคล้ายกับการรีดโลหะเส้นแบบต่าง ๆ กล่าวคือ นำยางที่ผสมไว้แล้วมาเพิ่มอุณหภูมิให้อ่อนตัว แล้วอัดผ่านแบบที่เตรียมไว้

2. การอัด

การอัดเป็นกรรมวิธีการผลิตยางที่มีลักษณะต่าง ๆ เช่นยางสวนขา โต๊ะ เก้าอี้ ลูกกลิ้งยางรถยนต์ วงแหวน ส่วนประกอบของเครื่องจักรกรรมวิธีการผลิตคล้ายกับการผลิตปลาสเตอร์ติคแบบ **(COMPRESSING MOLDING)** คือ นำยางที่ผสมเตรียมไว้แล้วในรูปลักษณะเป็นแผ่น,แท่ง.ใส่ลงในแบบที่เตรียมไว้แล้วอัด ด้วยเครื่องอัดไมโครลิตรลิเที่ยงมีความร้อนสูง ความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ร้อนจะทำให้ยางละลายเข้าด้วยกัน จะได้ผลิตภัณฑ์ตามที่ต้องการ (ยางที่ผ่านด้วยการอัดด้วยความร้อนหรือการอบเรียกว่า ยางสุก)

3. การฉีด

การฉีดเป็นกรรมวิธีการผลิตยางที่มีลักษณะของผลิตภัณฑ์คล้ายกับการอัด กรรมวิธีการฉีดก็คล้ายกับการฉีดพลาสติคแต่เนื่องจากการเป็นกรรมวิธีที่ต้องลงทุนสูงผลิตเป็นจำนวนมาก ๆ ดังนั้นในเมืองไทยจึงไม่มีการผลิตในวิธีนี้ จะใช้กรรมวิธีการอัดแทน เพราะลงทุนต่ำกว่าแต่ได้ผลใกล้เคียง

ฉนวนยาง AEROFLEX CLOSEN CELL

เป็นฉนวนที่ผลิตจากยางสังเคราะห์ ประกอบไปด้วยเซเอิกซึ่งมีผนังกั้นไม่ให้ทะลุถึงกันจำนวนมาก ฉนวนชนิดที่นี้มีคุณสมบัติที่สำคัญดังนี้คือ

- ค่าการดูดซึมน้ำและค่าการแทรกซึมของไอน้ำ หรือความชื้นจากบรรยากาศมีต่ำมาก
- มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนต่ำ และคงที่ตลอดอายุการใช้งาน
- มีความยืดหยุ่นสูงสามารถโค้งงอไปตามพื้นผิวของงานได้ง่าย
- สามารถลดการสั่นสะเทือน และเสียงลบกวนของระบบ
- มีขนาดความหนาน้อย ในลักษณะงานเดียวกัน
- ไม่เป็นเชื้อเพลิง เมื่อถูกเปลวเพลิงขณะทองไฟเผาจะดับได้เอง และมีควันน้อย

ฉนวนโฟม CLIMFLEX CLOSED CELL

เป็นยางฉนวนที่ผลิตจากสาร **PE FOAM** มีลักษณะเป็น **Closed Cell** มีน้ำหนักเบา ฉนวนชนิดนี้มีคุณสมบัติชนิดนี้

- ค่าการดูดน้ำ และความชื้นในบรรยากาศ ต่ำ
- อายุการใช้งานนาน
- ไม่ติดไฟ และไม่มีควันพิษ
- ไม่มีกลิ่นและไม่มีปฏิกิริยาต่อสารเคมี

ฉนวนชนิดนี้มีคุณสมบัติหลายอย่างคล้าย ยาง **AEROFLEX** ต่างกันตรงที่ผลิตจากสารประเภทโรมันคาทอลิก จึงมีความเบา แต่แข็งมากกว่า มีความหยุ่นตัวน้อย ไม่สามารถโค้งงอ ไปตามพื้นผิวของงานได้ง่าย ต้องบากเนื้อฉนวนออกเป็นบั้ง จึงจะตัดโค้งได้ ซึ่งเป็นเรื่องยุ่งยาก ในการนำไปใช้งาน

ใยแก้ว

เป็นฉนวนกั้นอุณหภูมิที่ผลิตจากการทำเส้นใย ซึ่งได้จากการหลอมผลึกแก้วแล้วนำมาสานกันเป็นร่างแห จนเกิดโพรงอากาศเล็กจำนวนมาก ทำหน้าที่เป็นฉนวนกั้นความร้อนมิให้ไหลผ่าน

เอกสารนี้เป็นสื่อการเรียนการสอนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลง เผยแพร่ หรือนำไปใช้ในการค้า

ในงานประกอบเครื่องเป่าลมเย็น นิยมใช้ ใยแก้ว เป็นฉนวนกั้นอุณหภูมิอย่างแพร่หลาย เนื่องจากมีคุณสมบัติเป็นแนวที่ดีพอสมควร และราคาไม่แพงมากนักแต่อย่างไรก็ตามข้อเสียในการใช้ใยแก้วก็ยังมีเกิดขึ้น คือ

- ดูดซึมน้ำ และความชื้นได้
- เกิดมลภาวะได้ เนื่องจากการหลุดล่วงของละอองใยแก้ว

สรุป

ในงานอุตสาหกรรมที่มีความร้อนเข้ามาเกี่ยวข้องวัสดุที่ทนความร้อนและใช้ป้องกันไม่ให้ความร้อนแผ่ออกมาภายนอกนั้นจึงเป็นเรื่องที่สำคัญ รีแฟร็คโทรี ซึ่งเป็นวัสดุทนความร้อนและเก็บความร้อนแบ่งออกได้หลายพวกแบ่งตามคุณสมบัติทางด้านความร้อน แบ่งตามลักษณะเคมี ตามคุณลักษณะทางกายภาพ นับว่าเป็นวัสดุทนความร้อนชนิดพิเศษ เพราะนำมาใช้กับงานที่กันความร้อนออกสู่ภายนอก ซึ่งมีคุณสมบัติ ดังนี้

- เก็บความร้อนได้ดี
- ทนความร้อนได้ดี
- ทนต่อกรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 4 การอบแห้ง

มะขามหวานแต่ละพันธุ์ให้ผลผลิตไม่เท่ากัน และไม่แน่นอน ในพันธุ์เดียวกันถ้าปลูกต่างกัน การที่ขนาดของฝักเล็กหรือใหญ่นั้น มีผลทำให้ราคาไม่เท่ากัน ราคาของมะขามหวานอาจจะมีตั้งแต่กิโลกรัมละ 50 - 200 บาท ดังนั้นการที่จะปลูกมะขามหวานให้ได้ราคาดี ควรจะปลูกด้วยพันธุ์ดี โดยใช้กิ่งทาบหรือกิ่งติดตา จะทำให้ไม่กลายพันธุ์ และจำเป็นต้องดูและรักษาให้ดีด้วย เพื่อที่จะได้มะขามที่มีขนาดฝักมาตรฐาน มีความสม่ำเสมอและมีคุณภาพดี

ปฏิทินการปฏิบัติดูแลรักษามะขามหวานในรอบปี

หน้าหนาว : เก็บฝักหมด , ตัดแต่งกิ่ง

หน้าแล้ง : เก็บฝักหมด , ตัดแต่งกิ่ง , ปล่อยให้พักตัว ไม่ใส่ปุ๋ยใด ๆ ทั้งสิ้น บางส่วนให้ทำแนวกับไฟ

ฝนตก : แตกใบอ่อน , ยังไม่ให้ปุ๋ย , ปล่อยให้ออกดอก ติดฝักธรรมชาติ

เฝือใบ : พ่นทางใบด้วยปุ๋ยสูตรตัวกลางสูง เช่น 10-52-17

ดอกไม่ติดฝัก :พ่นแพนเทอร์ 1 ซี.ซี. น้ำ 20 ลิตร ทุก 7 วัน จนติดพอ

ติดฝักเล็ก : พ่นจินเบอเรลลิน 1 หลอด ต่อน้ำ 100 ลิตร (5 ปี๊บ) ไม่เกิน 2 ครั้ง ห่างกัน 7 - 10 วัน

ปุ๋ยทางดิน :ใช้ 0-10-30 ร่วมกับปุ๋ยหมักปุ๋ยคอกไม่ต้องมาก หรือใช้ 15-5-20+2

ปุ๋ยทางใบ :ฝักเล็กสูตร 30-20-10
ฝักกลางสูตร 20-20-20 หรือ 21-21-21
ฝักใหญ่สูตร 12-22-32

แร่ธาตุปลีกย่อย :ใช้ยูนิเลทตามอัตราในสลากเดือนละครั้งจนถึงระยะก่อนเก็บฝัก 1 เดือน

ปลายฝน :ถ้ายังชื้นแต่ฝักเริ่มหวาน ป้องกันราโดยยาซาพรอล หรือเบนเลท ประมาณ 10 วันครั้งจนหมดฝน

หน้าหนาว : เก็บฝักหมด, ตัดแต่กิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1

สภาพการปลูกมะขามหวาน ปี 2540

จังหวัดเพชรบูรณ์

ที่	อำเภอ	พื้นที่ปลูกไร่			ผลผลิตเฉลี่ย	ผลผลิตรวม	มูลค่ารวม
		ให้ผล	ไม่ให้ผล	รวม	(กก./ ไร่)	(กก.)	ล้านบาท
1	หนองไผ่	3,904	5,268	9,532	250	312,320	25
2	หล่มสัก	13,478	2,285	15,763	200	2,695,600	215
3	เขาค้อ	740	1,340	2,080	108	79,920	6
4	หล่มเก่า	13,345	10,997	24,340	250	3,336,250	267
5	ศรีเทพ	2,728	712	3,440	140	381,920	31
6	วังโป่ง	3,599	5,814	9,440	251	903,349	72
7	น้ำหนาว	1,274	524	1,798	240	305,760	24
8	ชนแดน	5,458	6,800	12,258	189	1,031,562	82
9	เมือง	19,151	2,711	21,862	280	5,362,280	429
10	บึงสามพัน	6,087	451	6,538	222	1,351,314	108
11	วิเชียรบุรี	1,213	398	1,611	175	212,275	17
	รวม	70,977	37,327	108,662	233	15,972,550	1,276

หมายเหตุ ราคาที่เกษตรกรจำหน่ายเฉลี่ยกิโลกรัมละ 80 บาท

สำนักงานเกษตรจังหวัดเพชรบูรณ์

พฤศจิกายน 2539

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะโดยทั่วไป

มะขามหวานที่นำมาทดลองทั้งหมด 5 พันธุ์ ลักษณะโดยทั่วไปจะมีสีและลักษณะฝักประจำพันธุ์ เมื่อนำไปผึ่งแดด 3 ชั่วโมง น้ำหนักจะลดลง ความชื้นที่มีอยู่เดิม ถ้าเป็นมะขามหวานที่เก็บมาใหม่ๆ ในช่วงต้นฤดูเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนัก จะลดลงมากกว่ามะขามที่เก็บสุกบนต้นนาน ๆ

การชำรุดของฝักมะขามหวานจะขึ้นอยู่กับการเก็บ การขนส่ง และการถ่ายภาชนะบรรจุ ซึ่งจะได้รับการกระทบกระเทือนทำให้ฝักมะขามหวานแตกร้าว แมลงและเชื้อราจะเข้าไปทำลายได้ง่าย ฉะนั้นวิธีการขนส่ง และการถ่ายภาชนะบรรจุ ควรทำด้วยความทะนุถนอม และระมัดระวัง

การหาเงื่อนไขของการอบแห้ง

โดยการศึกษาหาช่วงอุณหภูมิในหน่วยขององศาเซลเซียสในเวลา 15 นาที ตั้งแต่ 70 - 170 องศาเซลเซียส ช่วง 10 องศาเซลเซียส เพื่อหาอุณหภูมิสูงสุดที่จะทำลายเชื้อไข่หนอน และแมลง โดยคุณภาพของมะขามหวานที่เปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด อุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 90 - 95 องศาเซลเซียส ถ้าอุณหภูมิสูงกว่านี้มะขามหวานจะมีความหวานลดลง และน้ำตาลในมะขามจะไหม้

ช่วงเวลาในการอบไอน้ำ

สำหรับช่วงเวลาในการอบไอน้ำ จากการศึกษา ช่วงที่เหมาะสมประมาณ 5 นาที ถ้าเวลาน้อยความร้อนจะเข้าไปไม่ถึงด้านใน ถ้านานเกินไปจะทำให้เนื้อมะขามเละ ข้อสังเกตในการอบไอน้ำนี้ จะทำให้มะขามหวานมีความชื้นมากขึ้น

หลักและวิธีการถนอมอาหาร

วิธีการทั่ว ๆ ไป

1. การลด water activity วิธีการเก่าแก่ที่สุด และมักจะใช้กันมาก ในการถนอมรักษาอาหารนั้นคือ การลดปริมาณน้ำที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง และเสื่อมเสียจากอาหารได้ ซึ่งอาจจะทำได้โดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตากแห้งของอาหาร

การเติมเกลือ เช่น ปลาเค็ม เนื้อเค็ม กะปิ

การเติมน้ำตาล เช่น แยม นมข้นหวาน เป็นต้น

การทำให้เย็นหรือการแช่แข็ง

การเติมสารละลายอื่น ๆ ดังเช่น แอลกอฮอล์ หรือกรีเซอรอลในอาหาร

2. การหมักดอง การหมักดองช่วยในการเก็บรักษาอาหารได้หลายทาง เช่น

การแยกซับสเตรท (substrate) เช่น การแยกกลูโคสในไข่ขาว ป้องกันการเกิดสีน้ำตาล เนื่องจาก Millard roaction

การเพิ่มปริมาณเกรดเพื่อลดระดับ pH ลง เช่น น้ำส้มสายชู ผักดอง

การผลิตแอลกลฮอล์ เช่น ไวน์ กระแช่ อุ

3. การไล่ออกซิเจน เช่น

การควบคุมบรรยากาศ สำหรับทำให้ขบวนการเมตาบอลิซึมช้าลง

ป้องกันปฏิกริยาอ๊อกซิเดชั่น

ป้องกันการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ที่ต้องการอากาศ

4. การใช้สารเคมี

การรักษาความคงตัวของอาหาร โดยการเติมซัลเฟอร์ไดออกไซด์ หรือ ซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ การใช้สารป้องกันออกซิเดชั่น

วิธีการเฉพาะเกี่ยวกับเชื้อจุลินทรีย์

วิธีการ เก็บรักษาอาหาร โดยการกำจัดเชื้อจุลินทรีย์เฉพาะนั้นอาจจะทำได้โดย

- เก็บรักษาอาหารโดยการไม่ให้ปะปนกับเชื้อจุลินทรีย์
- แยกเชื้อจุลินทรีย์ออกจากอาหาร
- ทำลายจุลินทรีย์

วิธีการทั่วไปที่กล่าวมาแล้ว มักจะเกี่ยวกับวิธีการที่สามคือ การระงับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ตัวอย่างเช่นบักเตรีทั่ว ๆ ไป จะไม่เจริญเติบโตที่สภาวะที่ water activity ต่ำกว่า 0.90 ทำนองเดียวกันยีสต์ และราจะไม่เจริญเติบโตที่ water activity (aw) ระหว่าง 0.88 และ 0.80 ส่วนการเก็บรักษาด้วยการหมักดอง เท่าที่ได้รับความสำเร็จก็ เนื่องจากการสร้างสภาวะสิ่งแวดล้อมที่ทำให้พวกจุลินทรีย์ที่อันตรายไม่สามารถเพิ่มปริมาณได้อย่างรวดเร็ว

วิธีการบางอย่างที่ใช้กัน เพื่อป้องกันการเสื่อมเสียของอาหาร ที่เกิดจากจุลินทรีย์ โดยเฉพาะวิธีการเหล่านี้ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกรอง (filtration) การกรองเป็นวิธีการกรองแยกเชื้อจุลินทรีย์ ออกจากแก๊ส และของเหลว ที่สามารถจะไหลผ่านผนังบางหรือสารที่มีรูได้ และช่องว่างหรือรูเล็กนั้นเล็กมากพอที่จะไม่ให้บักเตรี และยีสต์ไหลผ่านได้ อย่างไรก็ตามวิธีการนี้ค่อนข้างยาก ที่จะแยกเอาพวกไวรัสออกไป เช่น วิธีการกรองเบียร์สด หรือการทำน้ำบริสุทธิ์ ในโรงพยาบาลเป็นต้น

การใช้การทำลายบักเตรี และเชื้อรา

การใช้แสงอุลตราไวโอเลทและ

การใช้รังสี

วิธีการเหล่านี้ ได้มีการกล่าวไว้แล้ว ในวิชาการถนอมอาหารทั่ว ๆ ไป

Thermal Processing

การใช้ความร้อนหรือระดับอุณหภูมิในช่วงเวลาสั้น ๆ ก็เป็นวิธีการหนึ่งในการถนอมรักษาอาหาร ซึ่งเป็นตัวทำลายสารพิษ เชื้อจุลินทรีย์ เอ็นไซม์ พยาธิ และพวกแมลงต่าง ๆ ที่ไม่สามารถทนต่อความร้อนได้ การใช้ความร้อนเพื่อการแปรสภาพและถนอมอาหาร อาจจะแบ่งออกได้เป็น sterilization , pasteurization & blanching

Sterilization

การสเตอร์ไรส์ หมายถึง การทำลายสิ่งมีชีวิตทั้งหลาย รวมทั้งพวกสปอร์ของจุลินทรีย์ให้หมดไป แต่ในอุตสาหกรรมการใช้ความร้อนสเตอร์ไรส์อาหารนั้น เป็นวิธีการที่ไม่สามารถกระทำได้ นอกเสียแต่ว่าเป็นเพียงให้ความร้อนเพียงพอที่จะทำลายจุลินทรีย์ ที่ทำให้อาหารเสีย และปลอดภัยสำหรับผู้บริโภค เมื่อใช้ประโยชน์อาหารนั้น ภายใต้สภาวะขนถ่ายโดยปกติ ปริมาณความร้อนที่ใช้ในระดับนี้ เรียกว่า " comnercail sterilization" (concept) ที่สำคัญคือการใช้ระดับความร้อนที่เพียงพอ เพื่อการสเตอร์ไรส์ หรือใช้ทำลายจุลินทรีย์ที่ทนต่อความร้อนมากที่สุด (รวมทั้งสปอร์ด้วย) ซึ่งอาจเกิดขึ้นในผลิตภัณฑ์ การทำอาหารกระป๋อง (canning)คือการใช้ความร้อนสเตอร์ไรส์ อาหารที่อยู่ในภาชนะบรรจุปิดสนิท เพื่อป้องกันอาหารจากการเพิ่มเติมของจุลินทรีย์จากภายนอก

Pasteurization

วัตถุประสงค์ของพาสเจอร์ไรส์ คือ ต้องการทำลายจุลินทรีย์ที่มีอยู่มาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งพวกบักเตรีที่ให้โทษ และไม่สร้างสปอร์ซึ่งพบอยู่ในผลิตภัณฑ์ ปริมาณความร้อนที่ใช้จะน้อยกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ใช้สำหรับการสเตอร์ไรส์มาก ดังนั้นคุณภาพของอาหารที่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์แล้ว ทั้งที่เกี่ยวกับประสาทสัมผัสและคุณค่าทางอาหาร จะคงอยู่มากอาจมีการเปลี่ยนแปลง ไปจากวัตถุดิบได้บ้างเพียงเล็กน้อย

ถึงแม้ว่ามีจุลินทรีย์หลายชนิดที่ทนทาน ต่อระดับความร้อนของการพาสเจอร์ไรส์ได้ก็ตาม แต่ก็พวกนี้ไม่ใช่เป็นตัวการที่สำคัญของการทำให้เกิดโรค หรือความผิดปกติ เนื่องจากบริโภคอาหารของผู้บริโภค แต่พวกนี้อาจทำให้อาหารเสียได้ เช่น น้ำนม เฉพาะอย่างยิ่งถ้าเก็บไว้ที่อุณหภูมิสูง ๆ ในช่วง 14 - 40 องศาเซลเซียส ดังนั้นการเก็บรักษาโดยวิธีการพลาสเจอร์ไรส์ จำเป็นต้องร่วมกับกรรมวิธีการเก็บรักษาโดยวิธีอื่น เช่น การแช่เย็น เป็นต้น

เราควรจะได้คำนึงว่า kinetic ในการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ของการพาสเจอร์ไรส์ และการสเตอร์ไรด์ นั้นเหมือนกัน แต่จุดหมายของทั้งสองวิธีนี้แตกต่างกันเฉพาะปริมาณประชากรของจุลินทรีย์เท่านั้น

Blanching

เป็นขั้นตอนของการใช้ความร้อนในขั้นอุตสาหกรรมอาหารเช่นกัน เพื่อที่จะทำให้ผักเพียงสะดวกในการบรรจุ และเพื่อทำลายเอ็นไซม์ในอาหาร เพื่อให้อายุการใช้และประโยชน์ของอาหารได้นานขึ้น แต่อย่างไรก็ตามการ blanching ช่วยในการทำลายจุลินทรีย์บางชนิดได้ด้วย โดยเฉพาะพวกที่อยู่ตามผิวหน้าของอาหาร ซึ่งอาจจะพอเปรียบเทียบได้กับการพาสเจอร์ไรส์

การ blanching คือวิธีการที่จะลดปริมาณจุลินทรีย์เริ่มต้น ที่จะเหลือไปให้กรรมวิธีการ canning ทำลายต่อ ยังมีวิธีการอื่น ๆ ที่คล้ายกับการ blanching แต่มิได้ใช้ความร้อนอย่างเช่นการล้าง เป็นต้น

การถนอมอาหารโดยการใช้อุณหภูมิสูง

การใช้อุณหภูมิสูงในการถนอมอาหารเป็นวิธีการที่ได้ผลแน่นอน ถ้าให้ความร้อนสูงพอเพราะความร้อนจะทำให้โปรตีนในจุลินทรีย์แข็งตัว ทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถดำรงชีวิตต่อไปได้ แต่การใช้ความร้อนสูงมากอาจทำให้อาหารหลายอย่างเสื่อมคุณภาพ ฉะนั้น จึงต้องเลือกใช้ระดับอุณหภูมิให้เหมาะสมกับอาหาร แต่ละชนิด และจุลินทรีย์ที่เราต้องการจะกำจัด ระดับของความร้อนที่จะใช้อาจแบ่งได้ 3 ขั้น คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ความร้อนขั้นต่ำ (Pasteurization)

คือความร้อนขนาด 60° - 85° ซ. ความร้อนขนาดนี้สามารถทำลายจุลินทรีย์ ได้เพียงบางชนิดเท่านั้น เราจึงใช้ความร้อนระดับนี้เฉพาะในกรณีเหล่านี้ คือ

1.1 เมื่อความร้อนสูงกว่านี้จะทำลายคุณภาพของผลิตผล เช่น นม คือจะทำให้โปรตีนจับตัวกันเป็นลูก ไม่น่าดื่ม รสและกลิ่นจะด้อยลงด้วย

1.2 เมื่อต้องการทำลายเพียงจุลินทรีย์ที่เป็นอันตราย คือในอาหารบางชนิด เชื้อโรคที่จะเป็นอันตรายแก่ผู้บริโภคมักมีเพียงเชื้อโรคที่ทนความร้อนสูงไม่ได้ เช่นจุลินทรีย์ในนม และน้ำผลไม้จะถูกทำลายภายในอุณหภูมิขั้นต่ำนี้

1.3 เมื่อจุลินทรีย์ที่จะพบในอาหารนั้น ส่วนใหญ่ไม่สามารถทนความร้อนสูง ๆ ได้ เช่น ยีสต์และราในน้ำส้มและน้ำผลไม้ต่าง ๆ

1.4 เมื่อต้องการทำลายจุลินทรีย์เพียงบางชนิด ที่ขัดขวางการเจริญของจุลินทรีย์ที่เราต้องการ เช่น ในการหมักทำเหล้าไวน์ หรือน้ำส้ม เราต้องการทำลายเฉพาะจุลินทรีย์บางชนิดที่จะมารบกวนหรือขัดขวาง ยีสต์ และแบคทีเรียที่เราจะเพาะให้เจริญ

1.5 เมื่อเชื้อจุลินทรีย์ที่เหลืออยู่ จะได้รับการควบคุมด้วยวิธีการควบคุมด้วย วิธีการอื่น เช่น แช่เย็น เป็นต้นว่า นม เมื่อผ่านความร้อนขั้นต่ำ แล้วก็ยังจะเก็บไว้ในตู้เย็น จึงเป็นการปลอดภัยเพียงพอ

วิธีการที่จะช่วยให้การใช้อุณหภูมิขั้นต่ำได้ผลยิ่งขึ้น คือ

1. เก็บไว้ในที่เย็น
2. เก็บไว้ในภาชนะที่มิดชิด เพื่อป้องกันไม่ให้จุลินทรีย์อื่นเข้าไปในอาหารอีก
3. เก็บในที่อับอากาศ เช่นในการบรรจุขวดหรือกระป๋อง
4. ใส่น้ำตาลให้เข้มข้น เช่น ทำน้ำผลไม้ให้เข้มข้น หรือทำนมเป็นนมข้นหวาน
5. เติมสารเคมีที่มีคุณภาพสมบัติในการถนอมอาหาร แต่ไม่เป็นอันตรายแก่สุขภาพ

ระดับของอุณหภูมิ และระยะเวลาของการให้ความร้อนขั้นต่ำนี้ ขึ้นอยู่กับชนิดของอาหาร เช่น พวกเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์จะใช้เพียง 60° ซ. นมใช้ 62.8° ซ. เวลา 30 นาที หรือใช้ 71.7° ซ. ใช้เวลา 15 - 18 นาที สำหรับเครื่องดื่มที่มีแก๊สใช้ 65.6° ซ. เป็นเวลา 30 นาที วิธีการให้ความร้อน การให้ความร้อนขั้นต่ำนี้ ทำได้โดยการตั้งไฟ ปิดไฟ พอใกล้จะเดือดยกลง หรือใช้วิธีตั้งหม้อน้ำเดือดมีตะแกรงรอง หรือนึ่งในที่นึ่ง เพื่อความแน่ใจในอุณหภูมิควรวัดด้วยเทอร์มอมิเตอร์

เอกสารนี้ใช้ประโยชน์เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ความร้อนขนาดจุดเดือด (100° ซ. หรือ 221° ฟ.)

อุณหภูมิขนาดจุดเดือดนี้สามารถทำลายจุลินทรีย์ได้ทุกอย่าง ยกเว้นแบคทีเรียที่อยู่ในเกราะ ฉะนั้นจึงมีที่ใช้อย่างกว้างขวาง คือ

2.1 ใช้ทำให้อาหารสุก สำหรับในการประกอบการเกือบทุกชนิด รวมทั้งการเคี่ยวให้อาหารเปื่อย อาหารจะปลอดภัยใช้บริโภคได้

2.2 ใช้ลวกผักก่อนการถนอมด้วยวิธีการอื่น เช่น ก่อนแช่แข็ง ดองตากแห้ง และบรรจุขวดหรือกระป๋อง

2.3 ในการถนอมอาหารแบบบรรจุขวด หรือกระป๋อง สำหรับอาหารที่มีกรดสูง เช่น น้ำผลไม้ ซอสพริก หริพวกที่มีน้ำตาลสูงมาก เช่น แยมและผลไม้กวน และฆ่าเชื้อ แบบวิธีเปิด (ดูตารางที่ 2.1)

การทอดและการอบอาหาร แม้อุณหภูมิภายนอกจะถึงหรือเกินจุดเดือด แต่อุณหภูมิภายในไม่ถึงจุดเดือด ฉะนั้นจึงควรระมัดระวังเป็นพิเศษสำหรับอาหารบางชนิดที่อาจมีจุลินทรีย์ หรือพยาธิที่เป็นอันตรายอยู่ภายใน เช่น พยาธิต่าง ๆ ในเนื้อสัตว์ โดยการให้ถูกความร้อนนาน ๆ

3. ความร้อนเหนือจุดเดือด

จำเป็นสำหรับทำลายแบคทีเรียที่อยู่ในภาชนะ ซึ่งอาจพบในอาหารกระป๋อง ฉะนั้นการทำอาหารบรรจุขวด หรือกระป๋องจึงต้องให้อุณหภูมิเกินจุดเดือด (ยกเว้น อาหารที่มีกรดสูง) ซึ่งทำได้โดยการใช้ต้มในหม้อความดัน ซึ่งมีขนาดต่าง ๆ คือ ตั้งแต่ขนาดเล็กใช้ในครอบครัวจนถึงขนาดใหญ่ใช้ในอุตสาหกรรม

การให้ความดันเพิ่มขึ้นจะช่วยให้ได้อุณหภูมิสูงขึ้น เช่น

ความดัน 5 ปอนด์จะได้อุณหภูมิ 109° ซ.

ความดัน 10 ปอนด์จะได้อุณหภูมิ 115.5° ซ.

ความดัน 15 ปอนด์จะได้อุณหภูมิ 121.5° ซ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2

อุณหภูมิที่สัมพันธ์กับชีวิตจุลินทรีย์

อุณหภูมิ (oC)	ความดัน (ปอนด์)	ระยะเวลา (นาที)	อุณหภูมิที่มีผลต่อจุลินทรีย์
250°	15	15 - 20	ฆ่าจุลินทรีย์ทุกชนิด ทุกลักษณะรวมทั้งแบคทีเรียในเกราะ
240°	10	30 - 40	ฆ่าจุลินทรีย์ทุกชนิด รวมทั้งแบคทีเรียในเกราะ
230°	6	60 - 80	ฆ่าจุลินทรีย์ทุกชนิด รวมทั้งแบคทีเรียในเกราะ
212°	ปกติ	30 - 60	ฆ่าจุลินทรีย์ทุกชนิด ยกเว้นที่อยู่ในเกราะ
180° - 200°	ปกติ	30 - 60	ฆ่าเซลล์ที่กำลังเจริญของแบคทีเรีย ยีสต์ และรา
150° - 180°	ปกติ	-	จุลินทรีย์ที่ทนความร้อน (Thermophilic organism) เจริญในอุณหภูมิระดับนี้
140° - 170°	ปกติ	15 - 40	ความร้อนขั้นต่ำสำหรับฆ่าจุลินทรีย์ส่วนใหญ่ที่เป็นภัยต่อร่างกาย (pastcuriztion) ยกเว้นประเภทที่สร้างเกราะ
65° - 100°	ปกติ	-	อุณหภูมิที่เหมาะแก่การเจริญของจุลินทรีย์ส่วนใหญ่ คือทั้งแบคทีเรีย ยีสต์ และรา
50° - 60°	ปกติ	-	จุลินทรีย์ส่วนใหญ่ลดการเจริญเติบโต
40° - 50°	ปกติ	-	จุลินทรีย์ที่ชอบความเย็นเจริญได้ดี
14° - 32°	ปกติ	-	จุลินทรีย์เกือบทุกชนิดหยุดการเจริญเติบโต
0° - 14°	ปกติ	-	จุลินทรีย์ทุกชนิดหยุดการเจริญเติบโต และค่อย ๆ ตาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำให้อาหารแห้ง (DRYING)

การทำอาหารให้แห้งเป็นวิธีการถนอมอาหารที่เก่าที่สุด แต่ก็เป็นวิธีการที่ใช้กันอย่างกว้างขวางที่สุด ทั้งในประเทศที่พัฒนาแล้วและประเทศที่กำลังพัฒนา

การตากแห้งในสมัยโบราณทำโดยอาศัยธรรมชาติ คือการตากแดดเท่านั้นปัจจุบันได้มีการสร้างเครื่องมือเครื่องจักรแบบต่าง ๆ ขึ้นอีกมากชนิด เพื่อที่จะพยายามทำให้อาหารมีคุณภาพดีขึ้นเพื่อแข่งขันกับวิธีการถนอมอาหารแบบใหม่ ๆ แบบอื่นที่เจริญขึ้นมา

1. ประโยชน์ ของการทำอาหารแห้ง

1.1 ช่วยเก็บอาหารไว้ได้นาน เพราะความแห้งป้องกันการเจริญเติบตของจุลินทรีย์ต่าง ๆ ได้มาก

1.2 อาหารมีน้ำหนักเบา เพราะน้ำส่วนใหญ่ถูกจำกัดออกแล้ว ทำให้สะดวกในการเก็บการบรรจุหีบห่อ และส่งไปยังบริเวณที่อยู่ห่างไกล และเป็นการประหยัดด้วย

1.3 อาจใช้อุปกรณ์ น้อย ราคาถูก หรืออาจไม่ต้องลงทุนเลยก็ได้ เช่นการตากแดด

1.4 การถนอมอาหารแบบตากแห้งทำได้ง่ายและสะดวก และไม่ต้องการความรู้มากนัก

1.5 ได้อาหารที่มีรส สี และกลิ่นต่างออกไป เป็นการเพิ่มอาหารให้มีมากรสขึ้นและมักเป็นที่นิยมของคน

การทำอาหารแห้งอาจแยกออกเป็น 2 วิธีใหญ่ ๆ คือ การตากแห้ง (Sundrying) และการอบแห้ง (dehydration) ซึ่งเป็นกรรมวิธีทำให้อาหารแห้งโดยอาศัยเครื่องมือเครื่องจักร เข้าช่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3

ตารางแสดงความแตกต่างระหว่างการอบแห้ง กับ การอบแห้ง

การตากแห้ง	การอบแห้ง
2.1 อาศัยธรรมชาติ ฉะนั้นความสำเร็จจึงขึ้นอยู่กับ	อาศัยการควบคุมอุณหภูมิ และความชื้นในห้องอบ
2.2 ต้องการเนื้อที่ในการตากแห้งมาก คือ ถึงราวร้อยละ 5 ของเนื้อที่เพาะปลูกพืชนั้น	ไม่เปลืองเนื้อที่มากเพราะสามารถซ้อนกันได้หลายชั้น
2.3 ลำบากในการควบคุมความสะอาดและปลอดภัย	ไม่มีปัญหาเรื่องความสกปรก หรือเชื้อโรคต่าง ๆ เพราะอยู่ในที่ปกปิด
2.4 ปริมาณผลิตผลที่ได้น้อยกว่าแบบอบแห้ง เพราะต้องอาศัยแสงแดดเฉพาะกลางวัน	ผลิตผลที่ได้มากกว่าการตากแห้งเพราะสามารถดำเนินงานได้ตลอด 24 ชม.
2.5 อาจมีการเสื่อมคุณภาพของผลิตผลระหว่างการตากแห้ง เช่น น้ำตาลเปลี่ยนเป็นแอลกอฮอล์ เพราะใช้เวลาตากนาน	ไม่มีการเสื่อมคุณภาพระหว่างการอบแห้งเพราะกรรมวิธีอบแห้งรวดเร็ว และมีการควบคุมอุณหภูมิ
2.6 วิตามินหลายอย่างเสื่อมไปมาก เช่น วิตามินซี และ เอ เพราะถูกทั้งอากาศ และแสงแดด	รักษาวิตามินไว้ได้มากกว่าการตากแห้ง เพราะสัมผัสอากาศแต่เพียงเล็กน้อย และไม่ถูกแสงแดด
2.7 สีอาหารดีกว่าการอบแห้ง	สีด้อยกว่าการตากแห้ง
2.8 ไม่ต้องการเครื่องมือมาก	ต้องการเครื่องมือพิเศษ
2.9เสียค่าใช้จ่ายน้อย	สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมาก ทั้งค่าอุปกรณ์และพลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การทำให้อาหารแห้ง

การตากแดดและการอบแห้ง

3.1 การตากแดด เป็นวิธีที่ง่ายที่สุด โดยอาศัยแสงอาทิตย์เป็นแหล่งของความร้อน กระแสอากาศเป็นตัวพาความชื้นไป (วิธีการตากแห้งจะกล่าวโดยละเอียดภายหลัง)

3.2 การอบแห้ง คือการทำให้อาหารแห้งโดยใช้เครื่องจักรช่วย อาจแบ่งออกได้ตามกรรมวิธีที่ทำ

3.2.1 การอบ คือ การใช้ความร้อนเป่าผ่านเข้าไปในตู้ หรือห้องอบแล้วมีที่ระบายความชื้นออกไปด้วย (เตาอบตามบ้านเป็นลักษณะหนึ่งของวิธีนี้ แต่ไม่มีเครื่องช่วย ในการเคลื่อนที่ของอากาศร้อน และไม่มีตัวช่วยในการระบายความชื้น ทำให้ผลิตผลอาจแห้งไม่สม่ำเสมอ) ตู้อบชนิดง่าย ๆ อาจสร้างขึ้นได้โดยทำเป็นตู้มีชั้นที่ถอดได้สำหรับวางอาหารข้างล่างเป็นแบบเตาแก๊สแต่มีพัดลมอยู่สองข้าง สำหรับเป่าอาหารร้อนกระจายไปทั่วตู้ และก็ต้องมีการเปลี่ยนถาดอาหารขึ้นลงเพื่อให้ทุกถาดได้ความร้อนสม่ำเสมอกัน ตู้อบชนิดพิเศษจะมีโซ่ หรือสายพานหมุนเคลื่อนชั้นที่ขึ้นลงสลับกันตลอดเวลา ทำให้คุณภาพของผลิตผลดี และสม่ำเสมอ

3.2.2 การอบแห้งด้วยเครื่องจักร ต่างจากวิธีที่หนึ่งโดยมีเครื่องจักรซึ่งอาจจะเป็นถาด หรือลูกกลิ้งเป็นตัวนำความร้อน ซึ่งหมุนเคลื่อนที่อยู่ตลอดเวลา อาหารจะถูกพ่นลงไปบาง ๆ บนผิวถาด หรือลูกกลิ้งเหล่านี้ เมื่ออาหารแห้งก็จะมีเครื่องขูดออกมา และอาจจะบดให้ละเอียดอีกครั้ง ใช้มากในอุตสาหกรรมทำอาหารเหลวให้แห้ง เช่นน้ำนม และน้ำผลไม้

3.2.3 การทำให้เยือกแข็งและแห้ง (Freeze drying) เป็นกรรมวิธีใหม่ ที่ได้ผลดียิ่ง คือ ทำให้อาหารเยือกแข็ง แล้วเปลี่ยนเป็นของแห้งเลย โดยไม่ต้องผ่านการเป็นของเหลว วิธีการนี้ช่วยให้อาหารมีสี กลิ่น และรสคล้ายอาหารสดมาก เช่น ในการทำกาแฟผงสมัยใหม่ ซึ่งมีรสคล้ายกาแฟชงตามธรรมชาติมาก วิธีการนี้เสียค่าใช้จ่ายสูงกว่าวิธีอื่น จึงยังไม่แพร่หลายมากนัก แต่คงจะได้รับความสนใจมากขึ้นทุกวัน

3.2 สิ่งที่ควรระมัดระวัง คือ การเกิดลักษณะแข็งตามผิวหน้าอาหาร (Case hardening) เนื่องจากการใช้อุณหภูมิสูง และมีความชื้นในอากาศต่ำ ทำให้ความชื้นจากผิวหน้าอาหารระเหยไปเร็วกว่า ความชื้นจากภายในอาหารที่ระเหย ออกมาถึงผิวอาหาร เมื่อผิวหน้าอาหารแห้งความชื้นจากภายในอาหารระเหยไปได้ยาก ลักษณะเช่นนี้อาจป้องกันได้ โดยการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นของอากาศให้พอเหมาะ โดยเฉพาะไม่ให้อุณหภูมิสูงเกินไปในระยะเริ่มต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. คุณค่าทางโภชนาการของอาหารแห้ง

เนื่องจากอาหารเมื่อแห้งจะเสียน้ำไป จึงทำให้สัดส่วนขององค์ประกอบของสารอาหารนั้นเพิ่มขึ้น ต่อน้ำหนักเมื่อเทียบกับอาหารสด อย่างไรก็ตาม อาหารที่ถนอมด้วยวิธีใด ๆ ก็ตามจะไม่มีทางรักษาคุณค่าทางโภชนาการ ให้เท่ากับอาหารสดได้ การตากแห้งก็เช่นกัน คือ

4.1 ผักและผลไม้ จะเสียวิตามินไปบ้าง โดยเฉพาะพวกที่ละลายน้ำ คือ วิตามินซีจะเสื่อมไปบ้าง โดยการถูกอากาศ ไรโบเฟลวิน จะเสื่อมจากการถูกแสงแดด วิตามินเสื่อมเพราะความร้อนและละลายน้ำ แม้วิตามินเอก็เสียไปมากเพราะ ถูกอากาศและแสงแดด วิตามินเหล่านี้จะลดน้อยลงอีกตามเวลาที่เก็บ

4.2 อาหารพวกเนื้อสัตว์ การเสียคุณค่าทางโภชนาการของเนื้อสัตว์ ขึ้นอยู่กับวิธีการทำให้แห้ง คือ ถ้าถูกความร้อนสูงเป็นเวลานานจะทำให้ร่างกายใช้ประโยชน์จากโปรตีนได้น้อยลง แต่ถ้าใช้อุณหภูมิต่ำจะกลับทำให้อาหารย่อยง่ายขึ้น

ในด้านวิตามินจะเสียไปบ้าง คือ ไรโบเฟลวิน ไทอามิน จะเสียมากถ้าใช้อุณหภูมิสูง ส่วนวิตามินซีจะเสียไปส่วนใหญ่

สรุป

การใช้อุณภูมิสูงในการถนอมอาหารเป็นวิธีที่ได้ผลแน่นอน ถ้าให้ความร้อนสูงพอ เพราะความร้อนจะทำให้จุลินทรีย์แข็งตัวทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถดำรงชีวิตต่อไปได้แต่การใช้ความร้อนสูงมากอาจทำให้อาหารหลายอย่างเสื่อมคุณภาพ ฉะนั้นจึงต้องเลือกใช้ระดับอุหภูมิให้เหมาะสมกับอาหารระดับความร้อนที่ใช้อาจบ่งได้ 3 ขั้นตอนคือ ความร้อนขั้นต่ำ คือความร้อนขนาด 60-80 องศา ความร้อนขนาดจุดเดือด มีความร้อนขนาด 100-212 องศา ความร้อนเหนือจุดเดือด คือการให้ความดันเพิ่มขึ้น เช่น ความดัน 15 ปอนด์จะได้รับอุณภูมิ 121.5 องศา

การอบแห้งคือ การทำให้อาหารแห้งโดยใช้เครื่องจักร อาจแบ่งออกได้ตามกรรมวิธี คือ การอบด้วยตู้ การอบแห้งด้วยเครื่องจักร การทำให้เยือกแข็งและแห้ง

ตอนที่5 ข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุและกรรมวิธีการผลิตในระบบอุตสาหกรรม

ข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุและกรรมวิธีการผลิตในระบบอุตสาหกรรม

วัสดุและกรรมวิธีการผลิตนั้น เป็นสิ่งที่มีความสำคัญในการออกแบบมาก ควรศึกษาคุณสมบัติของวัสดุ และกรรมวิธีการผลิตแต่ละชนิดว่าวัสดุ และกรรมวิธีการผลิตชนิดใดมีความเหมาะสม ที่จะนำมาใช้ออกแบบผลิตภัณฑ์ของเรามากที่สุด

สำหรับโครงการนี้จะสามารถแบ่งวัสดุที่นำมาใช้ผลิตได้ดังนี้ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุประเภทเหล็ก

1.1 โลหะท่อ (ชวิน เป้าอารีย์ , 2526)

โลหะท่อซึ่งมีจำนวนอยู่ในท้องตลาดมีมากมายกลายชนิด ทั้งที่เป็นเหล็กอลูมิเนียม และสแตนเลส แต่โดยทั่วไปในท้องตลาดจะแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ ท่อกลมกลวงและท่อสี่เหลี่ยมกลวง ซึ่งมีให้เลือกเป็นจำนวนมากตามขนาดที่แสดงเอาไว้ในตาราง แต่ลักษณะการใช้งานนั้นต่างก็มีคุณสมบัติที่ดีแตกต่างกันออกไป ทั้งท่อกลมกลวงและท่อสี่เหลี่ยมกลวง ไม่สามารถชี้ชัดออกมาได้ว่าชนิดใดดีกว่ากันโดยเด็ดขาด ซึ่งย่อมจะขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งาน การออกแบบความสวยงามโดยที่โลหะทั้ง 2 ประเภท อาจจะมีการออกแบบเพื่อการใช้งานร่วมกันก็ย่อมได้

ดังนั้น จึงจะนำข้อมูลทั้งสองชนิดมาเปรียบเทียบ เพื่อเป็นการสะดวกแก่การนำไปพิจารณาเพื่อการออกแบบ

ตารางที่ 4

การเปรียบเทียบท่อกลมกลวงและท่อสี่เหลี่ยมกลวง

คุณสมบัติ	ท่อกลมกลวง	ท่อสี่เหลี่ยมกลวง
ดัดโค้งได้ง่าย	*	
การเชื่อมน้อยจุด		*
น้ำหนักเบา	*	*
การบิดงอในขณะเชื่อมมีน้อย	*	
เกิดรอยบุบได้ยาก	*	*
การสวมต่อระหว่างขนาด	*	
จำนวนขนาดให้เลือกมาก	*	*
อันตรายจากสี่เหลี่ยมมุมน้อย	*	
ความแข็งแรง		*
การรับน้ำหนัก		*

2. การดัดงอท่อโลหะ (ชวิน เป้าอารีย์ , 2526)

การดัดงอท่อโลหะ คือการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของชิ้นงาน โดยที่ไม่เกิดเศษโลหะ ชิ้นวัสดุทุกชนิด ที่ยืดตัวได้ดี จะสามารถเปลี่ยนรูปร่างได้ โดยการดัดงอการยืดตัวจะสูงขึ้น ถ้าส่วนผสมของคาร์บอนด์สูง จะมีความยืดตัวน้อย

เหล็กทำเครื่องมือที่มีส่วนผสมคาร์บอนด์ 1.2 % ดัดงอในสภาพที่เย็น เหล็กหล่อที่มีส่วนผสม คาร์บอนด์ 3 - 3.5 % จะหักทันทีที่หักงอ

3.โลหะแผ่น (SHEET METAL) (ชวิน เป้าอารีย์ , 2526)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โลหะแผ่นในงานช่างทั่วไป หมายถึง โลหะแผ่นทุกชนิดที่มีความหนาไม่เกิน 3/16 นิ้ว โลหะแผ่น ที่นำมาใช้งานส่วนมากได้แก่เหล็ก ยิ่งรีดออกมาเป็นแผ่น ๆ มีความหนาขนาดต่าง ๆ กันและยังมีการเคลือบผิวด้วยโลหะต่าง ๆ เช่น เคลือบผิวด้วยตะกั่ว สังกะสี ดีบุก เป็นต้น นอกจากนี้แล้วยังมีการเอาโลหะเข้ามาผสมมาใช้อีกหลายชนิด เช่น ทองแดง อลูมิเนียม เป็นต้น

โลหะแผ่นแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้ คือ

1. โลหะแผ่นเปลือย (BARE METAL OR UNCOATED METAL)

   ส่วนมากจะเป็นโลหะแผ่นประเภทเหล็ก (FERROUS METAL)

2. โลหะแผ่นเคลือบผิว (COATED METAL)

   ส่วนมากจะเป็นโลหะแผ่นประเภทเหล็ก เสียก่อนแล้วจึงนำไปเคลือบผิวโลหะตามที่ต้องการ เช่น อาบสังกะสีหรือดีบุก เป็นต้น วัตถุประสงค์ของการเคลือบผิว เพื่อป้องกันไม่ให้เกดสนิม การสึกกร่อนซึ่งจะทำให้โลหะแผ่นนั้นมีอายุการใช้งานนานขึ้น

โลหะแผ่นมีขนาดต่าง ๆ กัน ขนาดมาตรฐานของอเมริกามีดังนี้ คือ 30 / 96 นิ้ว 30 / 120 นิ้ว 36 /96 นิ้ว และ 36 / 120 นิ้ว ขนาดที่นะยมใช้กันมากที่สุดคือ 36 / 96 นิ้ว ในตลาดเมืองไทยใช้กันมากเพียง 2 ขนาด คือ 36 / 96 และ 48 / 96 นิ้ว ซึ่งเรียกกันจนเคยชินว่าขนาด 3 / 8 และ 4 / 8 ฟุตตามลำดับ ในกรณีที่ต้องการขนาดพิเศษสามารถสั่งที่โรงงานให้ผลิตได้

การตบแต่งผิว

เนื่องจากเหล็กแผ่นโดยปกติแล้วจะเป็นสนิมง่าย และไม่ทนต่อการกัดกร่อนในสภาพอากาศปกติ ดังนั้น จึงต้องป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายต่อแผ่นเหล็กประกอบกับความสวยงาม กรรมวิธีนี้ใช้ในอุตสาหกรรมทั่วไปได้แก่

1. การชุบด้วยไฟฟ้า (ELECTRO PLATING)
2. การพ่นหรือทาสี (SPRAY & PAINT)
3. การเคลือบสีด้วยความร้อน แบ่งออกเป็น 2 วิธี คือ
   (ก) อบเคลือบด้วยผงสี
   (ข) อบเคลือบด้วย PORCELAIN ENAMELS
4. การอบชุบพลาสติก (PLASTIC COATING)

กรรมวิธีตกแต่งนี้นั้น จะต้องเลือกให้เหมาะสมกับสภาพการใช้งาน โดยปกติแล้วการสีและการอบเคลือบด้วยสีผงมักจะใช้ในงานเฟอร์นิเจอร์ สำหรับกรรมวิธีอื่น ๆ จะใช้กับงานบางประเภทที่มี ขนาดงานไม่ใหญ่มากนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่5

แสดงชื่อขนาด และรายละเอียดของท่อเหล็ก 4 เหลี่ยมผืนผ้า

ชื่อขนาด (DB) มม.	ความหนา (T) มม.	น้ำหนัก (W) กก./ม.	พื้นที่ตัดขวาง (A) ซม. 2
50X25	1.6	1.75	2.232
	2.3	2.44	3.102
60X30	1.6	2.13	2.172
	2.3	2.98	3.792
75X45	2.3	4.06	5.172
	3.2	5.50	7.007
90X45	2.3	4.50	5.862
	3.2	6.25	70967
100X50	2.3	5.14	6.552
	3.2	7.01	8.927
125X40	2.3	5.69	7.242
	3.2	7.76	9.887
125X75	3.2	9.52	12.127
	4.0	11.73	14.948
150X80	4.5	15.20	19.369
	6.0	19.81	25.233

หมายเหตุ ทั้งเหล็กและสเตนเลสมีขนาดเท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่6

แสดงขนาดความหนาและน้ำหนัก

เบอร์	หนา มม.	น้ำหนัก	เบอร์	หนา มม.	น้ำหนัก ก.ก.
1	1.3	30.34	18	7.5	175.00
2	1.35	31.51	19	8.0	187.00
3	1.4	32.68	20	9.0	210.00
4	2.5	35.00	21	12.0	280.00
5	1.30	37.34	22	15.0	350.00
6	2.00	42.00	23	16.0	373.00
7	2.2	46.68	24	18.0	420.00
8	2.3	51.35	25	19.0	443.00
9	1.6	53.68	26	22.0	513.00
10	2.8	30.68	27	25.0	583.00
11	2.3	65.35	28	32.0	474.00
12	2.3	67.25	29	37.0	777.00
13	3.0	70.00	30	44.0	1027.00
14	4.3	100.36	31	50.0	1167.00
15	4.5	105.00	32	63.0	1470.00
16	5.8	135.37	33	75.0	1749.00

คุณสมบัติทางกายภาพ โลหะมีคุณสมบัติทางกายภาพดังนี้

1. จุดหลอมตัว	1539	องศาเซนติเกรด
2. ความหนาแน่น	7.87	กรัม/ ซม.
3. ทนต่อแรงดึง	28.50	ก.ก/มม.
4. ทนต่อแรงกระแทก	ดี	
5. ทนต่อการกัดกร่อน	ไม่ดี	
6. การขึ้นรูป	PUNCH AND DIE. BLANKING	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สีและจิตวิทยาในการใช้สี

สีเป็นสื่อที่มีอิทธิพลอย่างมากต่องานทางด้านการออกแบบซึ่งสามารถทำให้เกิดอารมณ์ความรู้สึกที่ต้องการต่อผลิตภัณฑ์ได้ดังนั้นสีจึงเป็นส่วนสำคัญที่ขาดเสียไม่ได้

การใช้สีเพื่อการออกแบบ

การใช้สีตกแต่งผิวด้านนอกของภาชนะบรรจุเพื่อก่อให้เกิดความสวยงามและดึงดูดความสนใจของผู้บริโภค เกิดความสะดุดตา บ่งบอกถึงความหมาย และประโยชน์ใช้สอยของผลิตภัณฑ์นั้นๆ การกำหนดความหมายของสีจากความรู้สึกและจากกำหนดจากมาตราฐานสากลใช้ช่วยบ่งบอกถึงความหมายและประโยชน์ใช้สอยของผลิตภัณฑ์นั้นการกำหนดความหมายของสีจากความรู้สึกและจากมาตราฐานสากลใช้ช่วยบ่งบอกถึงลักษณะการใช้งานตามประโยชน์ใช้สอยของผลิตภัณฑ์ นอกเหนือจากการใช้สีเพื่อตกแต่งผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นการกำหนดโดยผู้ออกแบบและความนิยมของสภาวะตลาดในปัจจุบัน

สีและลักษณะการใช้งานเพื่อการออกแบบ

1 การใช้สีเพื่อสร้างทัศนะวิสัยที่แจ่มชัด

1.1 สีสดใสกับสีสดใส

1.2 สีอ่อนกับสีสดใส

1.3 สีอุ่นตัดกับสีเย็น

1.4 สีที่ตัดกันเองตามปกติ

2 การใช้สีเพื่อทำให้เห็นระยะใกล้-ไกล

3 การใช้สีเพื่อดึงดูดความสนใจ

4 การใช้สีสร้างความมีชีวิตชีวาเด่นชัด

การใช้สีสำหรับการออกแบบ

องค์ประกอบสำคัญในการเลือกใช้สีที่ควรคำนึง คือสีต่างๆที่ใช้บนผลิตภัณฑ์ควรจะบ่งบอกถึงลักษณะการใช้งานของผลิตภัณฑ์ได้อย่างชัดเจน

สีสามารถทำให้ผู้บริโภคเกิดความประทับใจในตราสินค้าและขอบเขตของการใช้สีนี้ซ้ำกันในการจัดจำหน่ายและการโฆษณา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป

วัสดุที่ใช้ในการผลิตนั้นเป็นสิ่งที่สำคัญในการออกแบบมากสำหรับโครงการนี้ โลหะแผ่นมีความสำคัญมาก โลหะแผ่นมีความหนาไม่เกิน3/16 นิ้ว โลหะแผ่นที่นำมาใช้งานส่วนมากได้แก่ เหล็ก ยิ่งรีดออกมาเป็นแผ่นๆมีความหนาขนาดต่างๆกันและยังมีการเครือบผิวด้วยโลหะต่างๆ เช่น เคลือบผิวด้วยตะกั่ว สังกะสี ดีบุกเป็นต้นนอกจากนี้ยังมีการเอาโลหะเข้ามาผสมมาใช้อีหลายชนิด เช่นทองแดง อลูมิเนียม โลหะแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ โลหะแผ่นเปลือย โลหะแผ่นเคลือบผิว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 6 เอกสารและงานวิจัย

อภิเชต บุญเรือง (2530) โครงการออกแบบปรับปรุงตู้อบรังไหม วัตถุประสงค์ในการทำวิจัยตู้ลบรังไหมจากของเก่า ที่ใช้พลังงานความร้อนโดยใช้ถ่าน เป็นตัวนำความร้อนโดยการไหลเวียน ของอากาศเข้าแทนที่ ให้มีความสมบรูณ์ และมีประสิทธิภาพและการใช้งานให้ดียิ่งขึ้นและสามารถสนองความต้องการของเกษตรผู้ใช้ และยังผลิตในระบบอุตสาหกรรมได้อีกด้วย

ตู้อบรังไหมที่ผู้วิจัยได้ทำในครั้งนี้ เป็นตู้อบรังไหมไฟฟ้า โดยใช้กระแสไฟ 220 โวลท์ เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อน ตู้อบรังไหมจะบรรจุได้ 0.101 ลบ.ม. ใช้วางเรียงกัน 3 ชั้น ชั้นละ 15 ซ.ม. โดยระหว่างชั้นจะมีตัวในการนำความร้อน ด้านล่างจะเป็นพัดลมกระจายความร้อน การทำงานของตู้อบรังไหมใช้การควบคุมระบบไฟฟ้าในการทำงานโดยแผ่น วงจรเป็นตัวควบคุมระบบคอนโทล แต่มีข้อเสนอแนะว่า ไม่จำเป็นต้องมีตัวกระจายความร้อนเพราะปกติความร้อนจะไหลเวียนขึ้นสู่ที่สูงอยู่แล้วอยู่ที่ปริมาณของ รังไหมในการบรรจุเป็นชั้น๐

นิภาพร ไชยมหาวัน (2539) โครงการออกแบบปรับปรุงตู้สาธิตในการฟักไข่ประกอบการสอนวิชาการฟักไข่และการจักการโรงฟักไข่ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) วิทยาลัยเกษตรกรรมกรมอาชีวศึกษา ในการดำเนินการวิจัย มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบปรับปรุงตู้สาธิตฟักไข่ประกอบการสอนวิชาการฟักไข่และการจัดการโรงฟักไข่ การดำเนินการวิจัย เริ่มจากการสำรวจและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย โดยการศึกษาค้นคว้า จากการสังเกต การสัมภาษณ์ การรวบรวมข้อมูล จากตำรา และเอกสารวิชาการ เพื่อดำเนินงานไปสู่การออกแบบ แล้วจึงดำเนินการวิจัย สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

สรุป

การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการในการออกแบบนั้นจะเป็นแนวทางในการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องและเป็นแนวทางในการออกแบบได้อย่างถูกต้องตรงตามงานและวัตถุประสงค์ของการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

เครื่องอบไล่ความชื้นฝักมะขาม เพื่อที่จะให้ผลการวิจัยเป็นที่น่าเชื่อถือที่สุด และมีความสมบูรณ์ที่สุด

เพื่อให้สะดวกในการทำการวิจัยเองได้แบ่งในส่วนของวิธีการดำเนินงานวิจัยออกเป็นตอนๆ เพื่อให้ง่ายต่อการทำวิจัย และการค้นคว้าดังนี้

ตอนที่ 1 วิธีสำรวจและรวบรวมข้อมูล

ตอนที่ 2 แหล่งที่มาของข้อมูล

ตอนที่ 3 วิธีวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 4 สถิตที่ใช้ในการวิจัย

ตอนที่ 5 วิธีสร้างเครื่องมือวิจัย

ตอนที่ 1 วิธีสำรวจและรวบรวมข้อมูล

การสำรวจและรวบรวมข้อมูลผู้วิจัยมีจุดประสงค์เพื่อนำข้อมูลเหล่านี้มาเป็นแนวทางในการออกแบบโดยได้ข้อมูลมาจากแหล่งต่างๆทั้งเอกสารและการสัมภาษณ์และการศึกษาภาคสนาม

ส่วนการค้นคว้าข้อมูลวิจัยได้ทำการค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งข้อมูลหลายแห่งเพื่อนำมาประกอบกับการออกแบบเพื่อให้มีความถูกต้องมากที่สุดในการทำวิจัยครั้งนี้

1.1 การศึกษาภาคเอกสาร

เป็นการค้นคว้าจากตัวหนังสือ ตำรา หรือ เอกสารต่างๆที่น่าเชื่อถือและเกี่ยวข้องกับการออกแบบในด้านต่างๆ กราฟฟิคและสีที่ใช้ในการออกแบบ เป็นต้น

1.2 การศึกษาจากของจริง

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาจากผลิตภัณฑ์เดิม โดยได้ไปศึกษาตู้อบเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐาน โดยได้ศึกษารูปแบบของผลิตภัณฑ์เดิม วัสดุ ปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อนำข้อมูลที่ได้ศึกษาจากผลิตภัณฑ์เดิมไปใช้ในการออกแบบใหม่

ตอนที่ 2 แหล่งที่มาของข้อมูล

แหล่งที่มาของข้อมูลเป็นการใช้เป็นแนวทางให้ผู้วิจัยได้สืบค้นคว้าข้อมูลได้ถูกทางและไม่สับสนในการค้นคว้าข้อมูลซึ่งแหล่งข้อมูลหาได้จากแหล่งต่อไปนี้

2.1 ข้อมูลจากบุคคล

ผู้วิจัยได้มีการสัมภาณ์จากผู้ที่ใช้เครื่องอบในปัจุบันและข้อมูลต่างๆในการออกแบบเครื่องอบไล่ความชื้น

2.2 ข้อมูลสถานที่

- สำนักงานเกษตรจังหวัด จ. เพรชบรูณ์

2.3 ข้อมูลจากหนังสืออ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- วิยานิพนธ์ที่เกี่ยวข้อง
- ตำราและเอกสารต่างๆ

ตอนที่ 3 แหล่งข้อมูล

3.1 วิทยานิพนธ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ข้อมูลที่ผู้วิจัยได้จากวิทยานิพนธ์ คือการเรียบเรียงข้อมูล การเขียนเชิงอรรถการเก็บข้อมูล

3.2 ห้องสมุดคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ข้อมูลเกี่ยวกับกรรมวิธีการผลิต

ข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องเครื่องอบ

3.3 สำนักงานเกษตรจังหวัด จ. เพรชบรูณ์

ข้อมูลเกี่ยวกับผลผลิตของเกษตรกร

ตอนที่ 4 วิธีการวิเคราะห์

ผู้วิจัยได้แยกแยะจัดลำดับความสำคัญของข้อมูล เพื่อเป็นการประเมินค่า และการวิเคราะห์ในขั้นต่อไปนี้

1 การวิเคาะห์ ปัญหาและหน้าที่การใช้งาน

2 การวิเคราะห์ ลักษณะรูปแบบการใช้งาน

3 การวิเคราะห์ ขนาดสัดส่วนที่สัมพันธ์กับการใช้งาน

4 การวิเคราะห์ วัสดุ

5 การวิเคราะห์ กรรมวิธีการผลิต

4.1 สถิติที่ใช้ในงานวิจัย

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลด้านการจัดลำดับส่วนเบี่ยงเบนมาตราฐานของคะแนนความหมายค่าคะแนนใช้ต่อไปนี้

5	หมายถึง	เหมาะสมมากที่สุด
4	หมายถึง	เหมาะสมมาก
3	หมายถึง	เหมาะสมปานกลาง
2	หมายถึง	เหมาะสมน้อย
1	หมายถึง	เหมาะสมน้อยมาก

การใช้สัญลักษณ์ดังกล่าวในการจัดลำดับคุณภาพสามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 5 วิธีสร้างเครื่องมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูล จากเอกสาร ตำรา งานวิจัย และความเห็นของบุคคลที่มีความรู้ประสบการณ์ความสามารถเพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกแบบต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลในการทำวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการเสนอข้อมูล ในรูปแบบของตาราง การบรรยาย โดยมีลำดับขั้นตอนของการนำเสนอข้อมูลดังนี่

1 ตารางแสดงการวิเคราะห์โครงสร้างตู้อบ

2 ตารางแสดงการวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ผลิตโครงด้านนอก

3 ตารางแสดงการวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ผลิตโครงด้านในตู้

4 ตารางแสดงการวิเคราะห์จำนวนชั้นวางถาด

5 ตารางแสดงการวิเคราะห์ลักษณะถาดวางมะขาม

6 ตารางแสดงการวิเคราะห์ลักษณะของแผงควบคุม

ในส่วนของตารางวิเคราะห์ได้ให้ค่าคำจำกัดของสัญลักษณ์และตัวเลขที่ใช้ในการให้คะแนนข้อมูลไว้ดังนี้

ค่าความหมายที่ให้

5	หมายถึง	ดีมาก
4	หมายถึง	ดี
3	หมายถึง	พอใช้
2	หมายถึง	ไม่ดี
1	หมายถึง	ไม่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7

ตารางวิเคราะห์ลักษณะโครงสร้างตู้อบ

1 รูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส

2 รูปทรงกระบอก

3 รูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาเลือก		
1	เนื้อที่ในการบรรจุ	4	3	5
2	ง่ายต่อการผลิต	4	3	4
3	ความเหมาะสม	4	3	4
4	สะดวกในการใช้งาน	4	3	4
รวม		16	12	17

สรุป

จากการวิเคราะห์เลือกที่จะใช้การผลิตโครงตู้ คือ รูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8

ตารางวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ในการผลิต

1 สแตนเลส

2 อลูมิเนียม

3 โลหะแผ่น

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาเลือก		
1	ความคงทน	5	4	5
2	ง่ายต่อการผลิต	4	4	4
3	ราคา	3	4	4
4	ความแข็งแรง	4	3	4
5	ความเหมาะสมกับการใช้งาน	4	3	4
รวม		20	18	21

สรุป

จากการวิเคราะห์เลือกที่จะใช้การผลิตโครงด้านนอก คือ โลหะแผ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9

ตารางวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ผลิตโครงด้านในตู้

1 สแตนเลส

2 อลูมิเนียม

3 โลหะแผ่น

4 พลาสติก

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาเลือก			
1	ทนต่อความร้อน	5	4	5	3
2	ง่ายต่อการผลิตในระบบอุตสาหกรรม	4	4	4	4
3	ราคา	3	4	4	4
4	การเก็บความร้อน	4	3	4	2
5	ความเหมาะสมในการใช้งาน	4	3	4	2
	รวม	20	18	21	15

สรุป

จากการวิเคราะห์เลือกที่จะใช้การผลิตเป็นโครงด้านในตู้ คือ โลหะแผ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10

ตารางวิเคราะห์จำนวนชั้นวางถาด

1 1 ชั้น
2 2 ชั้น
3 3 ชั้น
4 4 ชั้น

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาเลือก			
1	ความสะดวก	4	4	4	4
2	การบรรจุมะขาม	2	3	4	5
3	ความเหมาะสมสมกับขนาดของเครื่อง	2	3	5	4
4	การได้รับความร้อน	4	4	4	3
5	ความเหมาะสมในการใช้งาน	2	3	5	4
	รวม	14	17	22	20

สรุป

จากการวิเคราะห์รูปแบบของชั้นวางถาดของตู้คือ จำนวน 3 ชั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11

ตารางวิเคราะห์ลักษณะถาดวางมะขาม

1 สี่เหลี่ยมผืนผ้า

2 สี่เหลียมจัตุรัส

3 วงกลม

4 สามเหลี่ยม

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาเลือก			
1	ความสะดวก	4	4	4	3
2	การบรรจุมะขาม	5	4	4	3
3	ความเหมาะสมกับตัวเครื่อง	5	4	3	3
4	การผลิต	5	5	4	4
5	ความเหมาะสมในการใช้งาน	5	4	3	3
	รวม	24	21	18	16

สรุป

จากการวิเคราะห์รูปแบบของถาดวางมะขามของตู้คือ ถาดรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 12

ตารางวิเคราะห์ลักษณะแผงควบคุมเครื่อง

1 อยู่ด้านล่างของเครื่อง

2 อยู่ด้านบนของเครื่อง

3 อยู่ด้านข้างของเครื่อง

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาเลือก		
1	ความสะดวกในการใช้งาน	4	5	4
2	ความเหมาะสมกับตัวเครื่อง	4	5	4
3	ง่ายต่อการควบคุม	3	5	4
รวม		11	15	12

สรุป

จากการวิเคราะห์รูปแบบของแผงควบคุมของตู้คือ อยู่ด้านบน

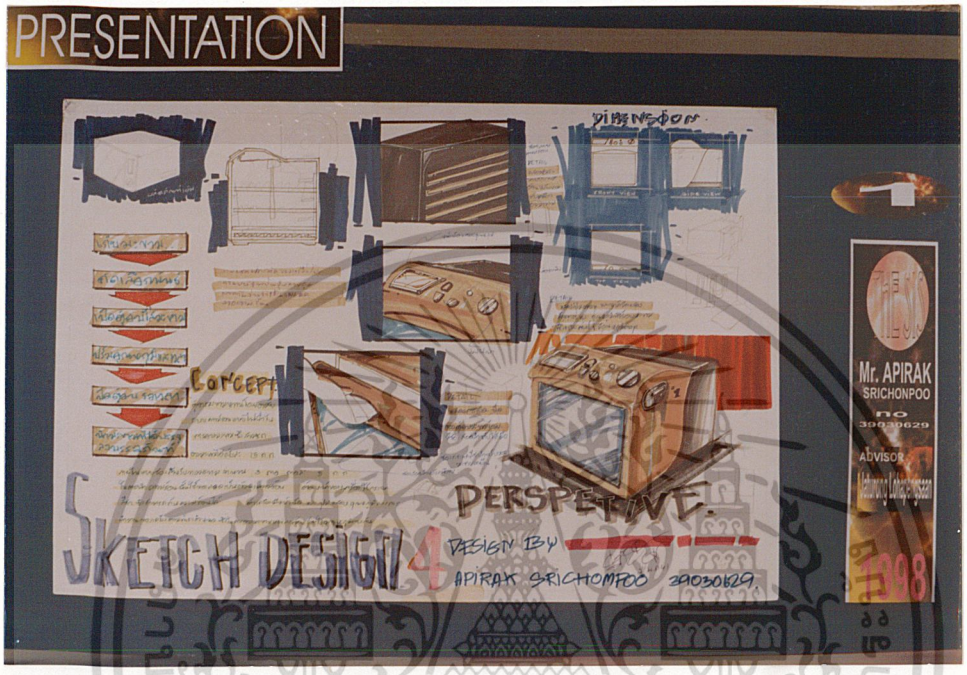
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป

จากการวิเคราะห์ข้อมูลสามารถนำเข้าสู่แนวทางในการออกแบบได้ดังนี้

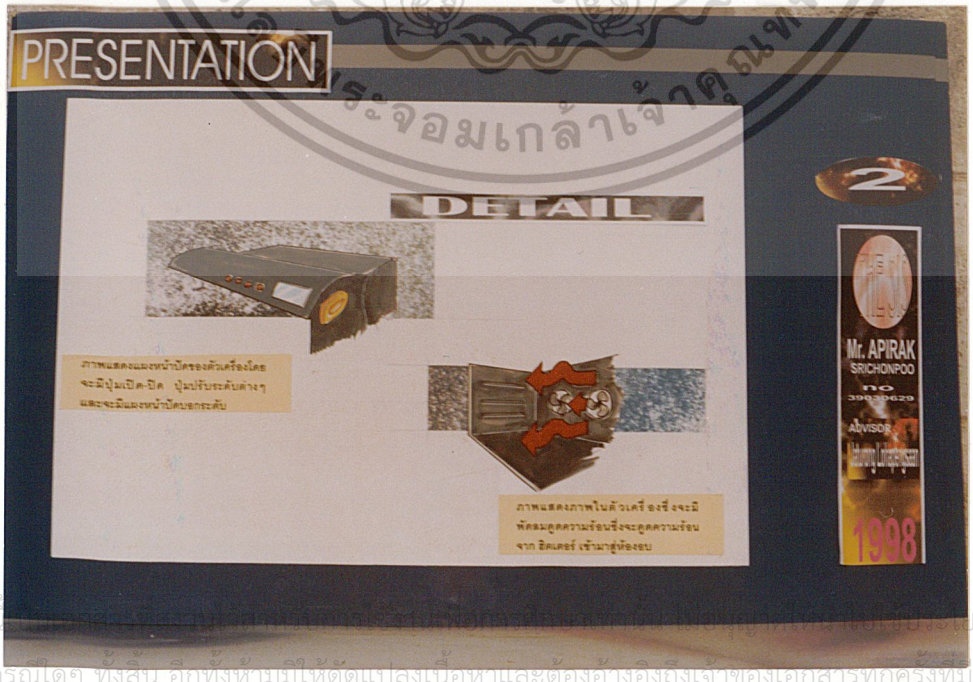
ภาพที่ 44

ภาพ SKETCH DESIGN



ภาพที่ 45

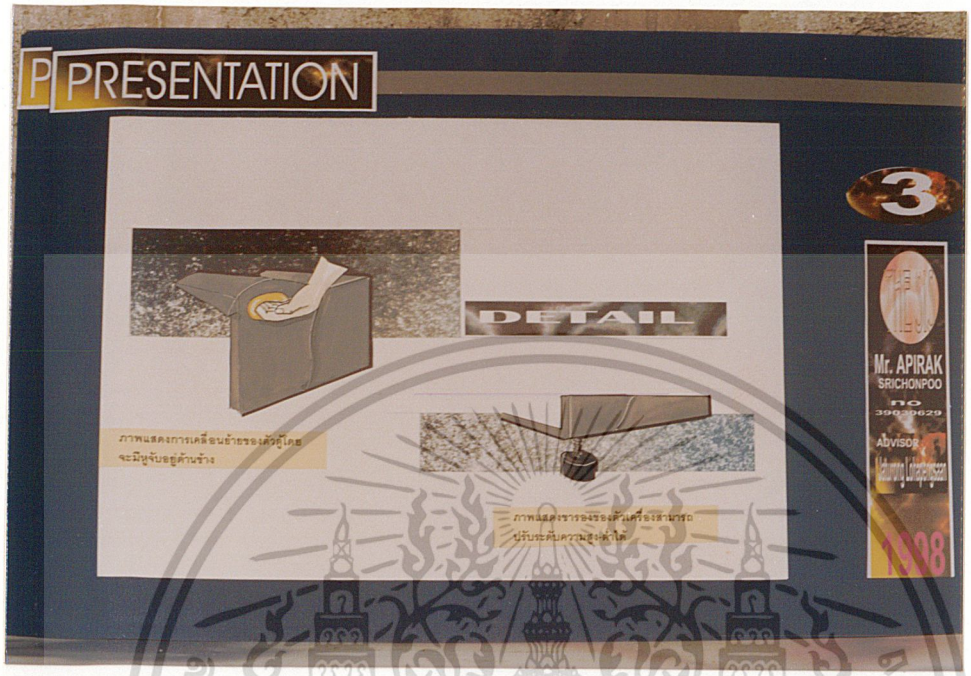
ภาพ PERSENTTATION



เอกสารนี้ ... เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือแสวงหาประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

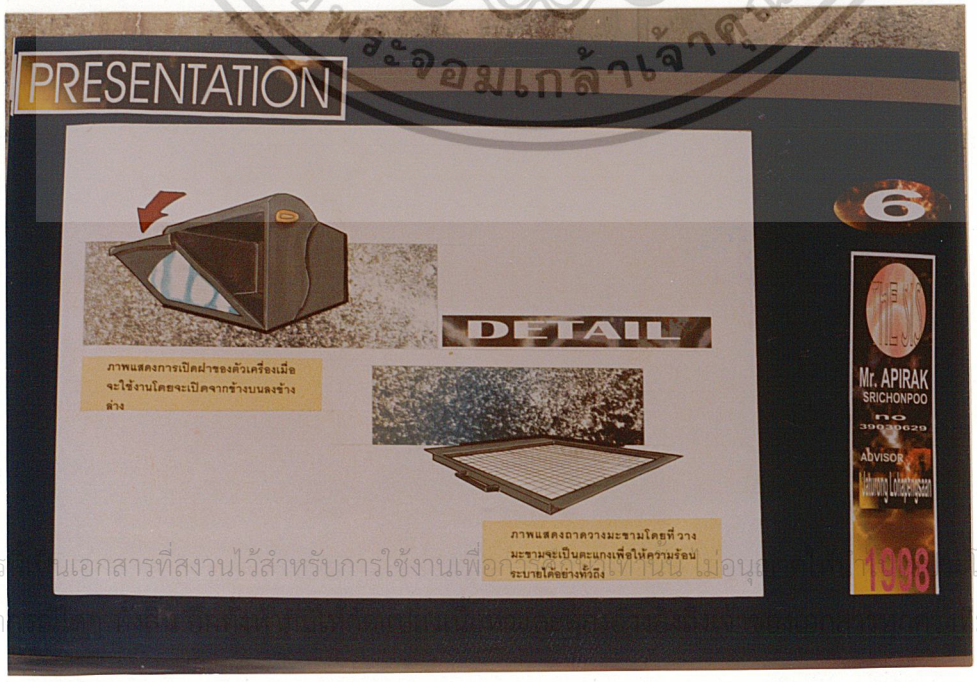
ภาพที่ 46

ภาพ PRESENTTATION



ภาพที่ 47

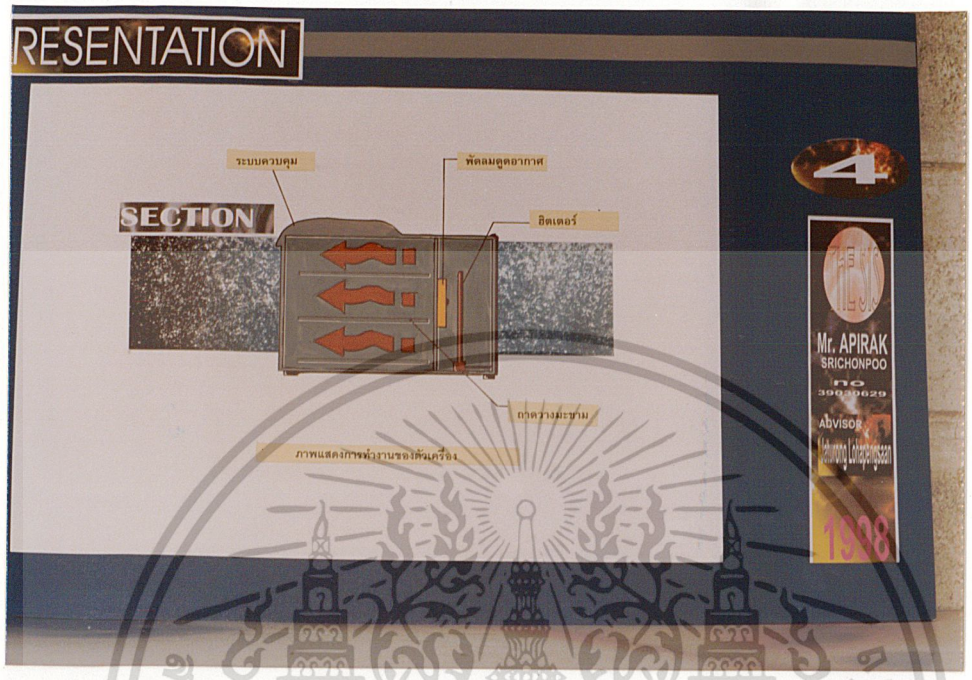
ภาพ PERSENTTATION



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

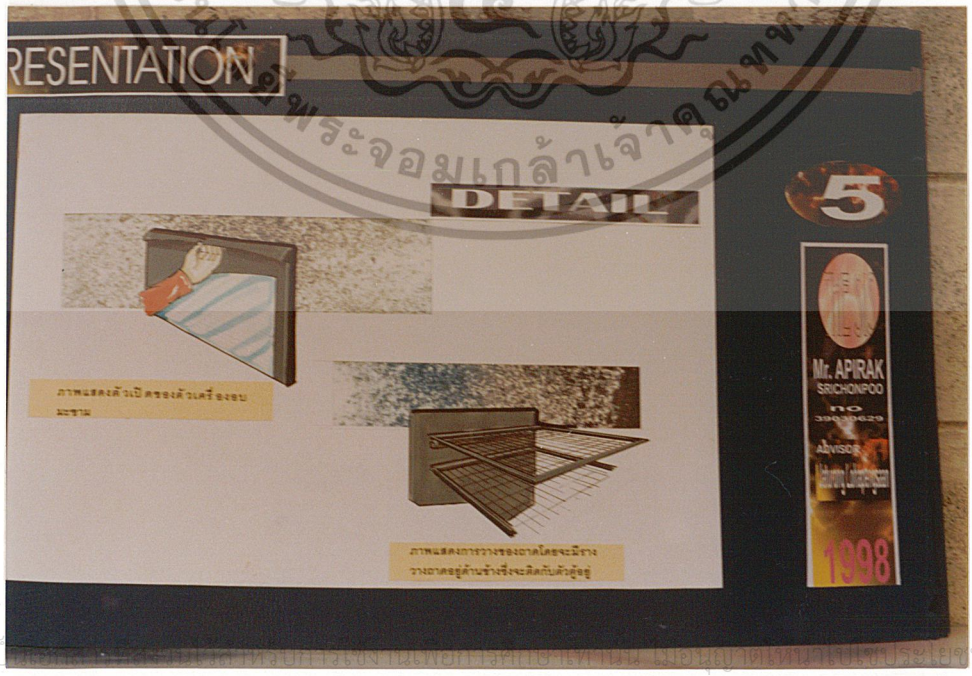
ภาพที่ 48

ภาพ PRESENTTATION



ภาพที่ 49

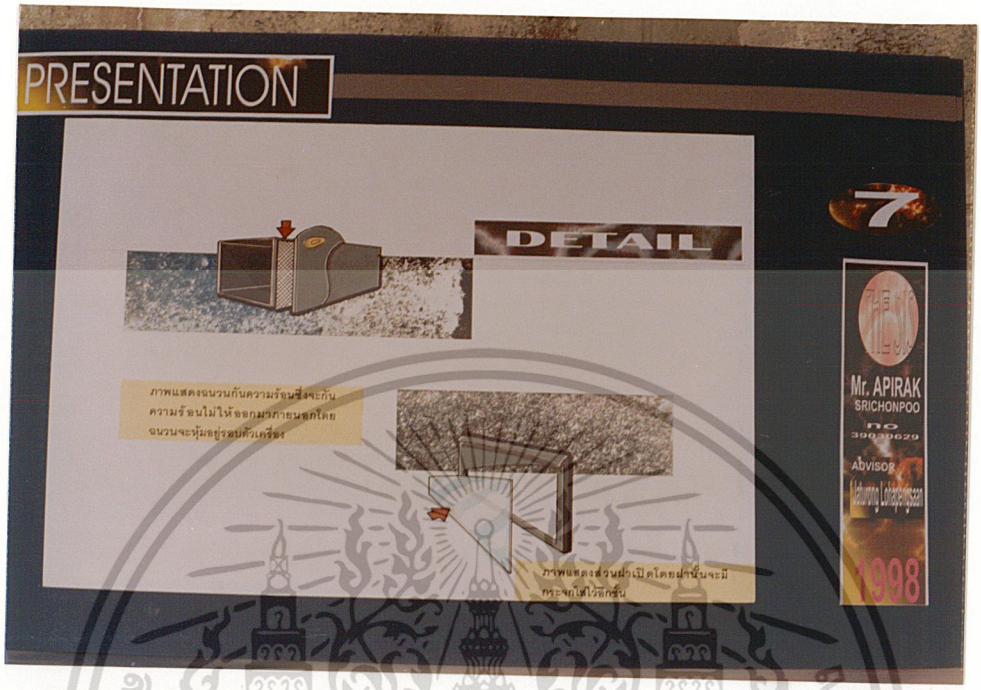
ภาพ PERSENTTATION



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

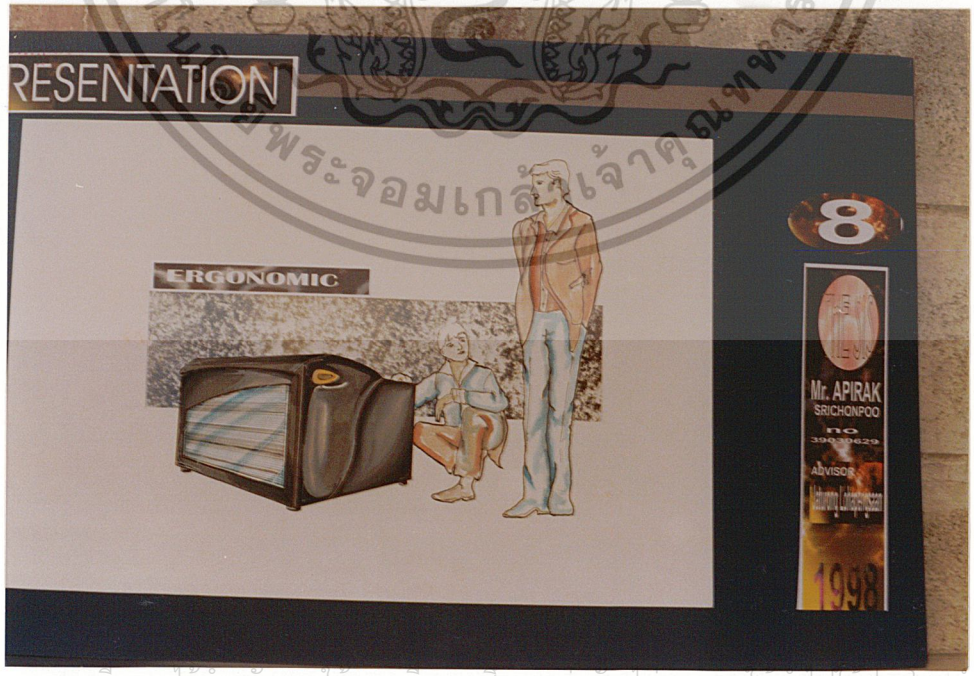
ภาพที่ 50

ภาพ PRESENTTATION



ภาพที่ 51

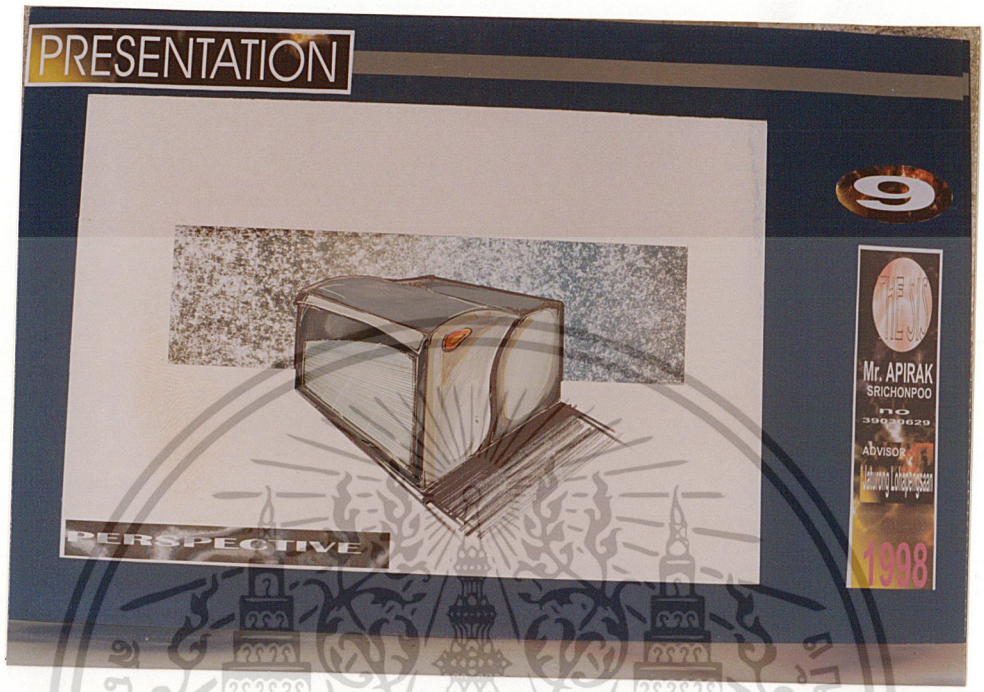
ภาพ PERSENTTATION



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

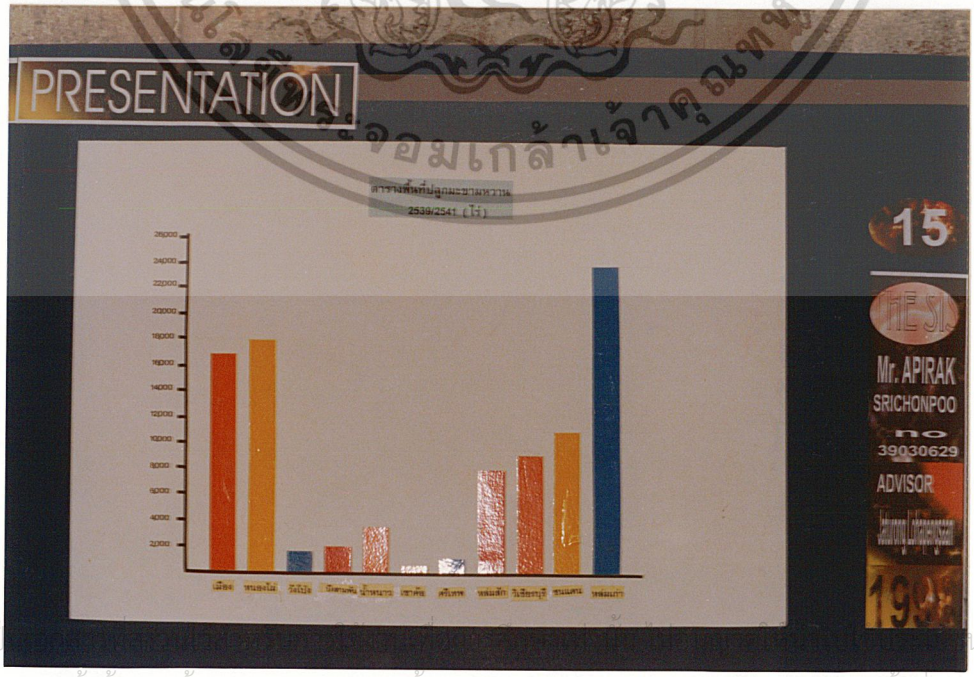
ภาพที่ 52

ภาพ PRESENTTATION



ภาพที่ 53

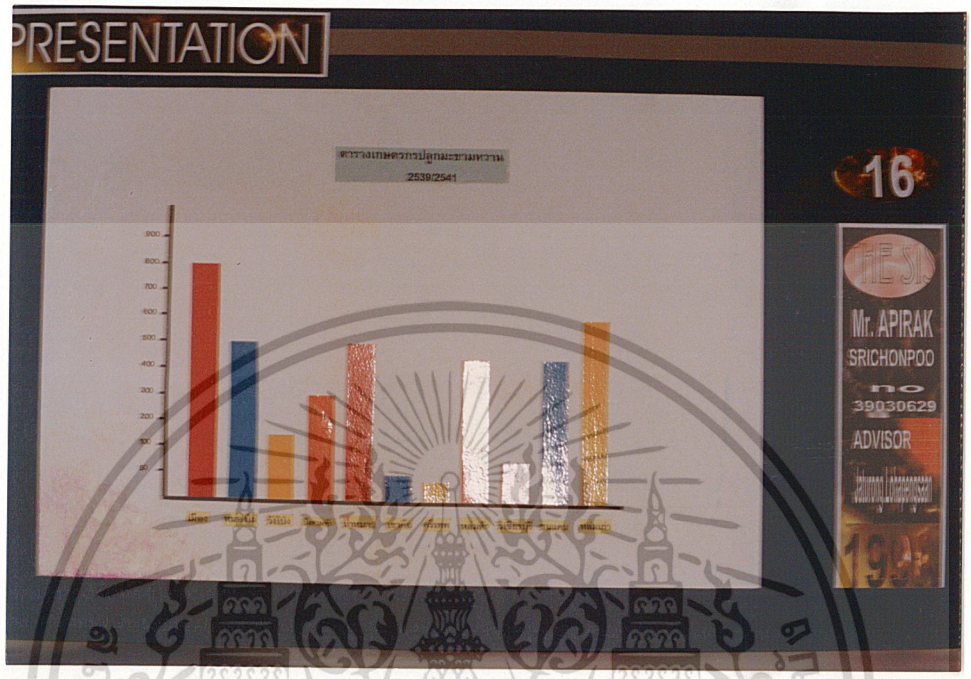
ภาพ PERSENTTATION



เอกสารนี้เป็น ...น์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 54

ภาพ PRESENTTATION



ภาพที่ 55

ภาพ MODEL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 56

ภาพ MODEL

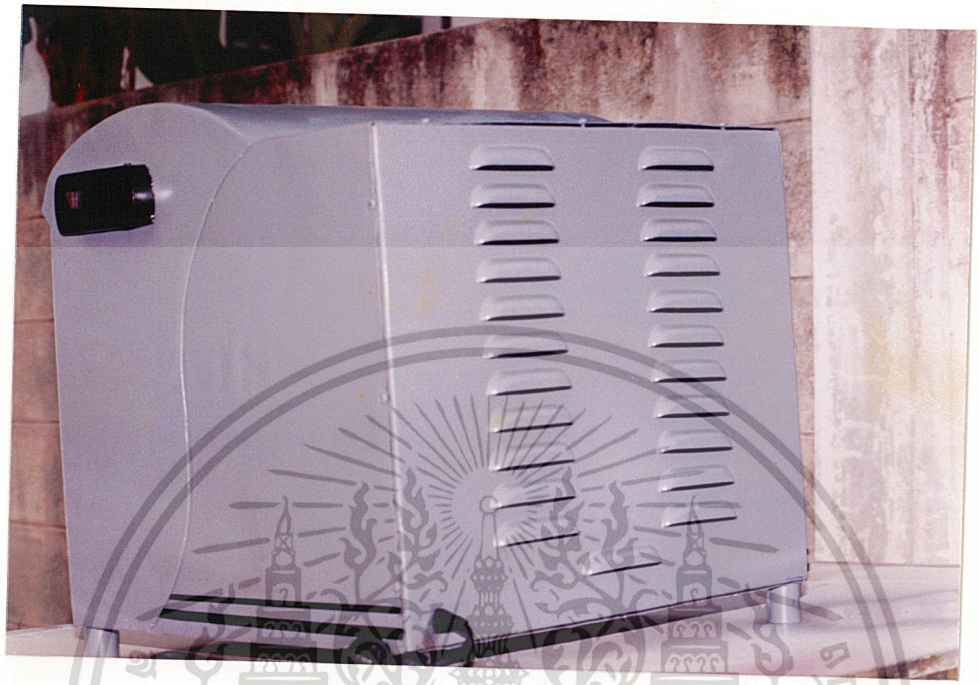
ภาพที่ 57

ภาพ MODEL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 58

ภาพ MODEL



ภาพที่ 59

ภาพ MODEL

เอกสารนี้เป็นเ... เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

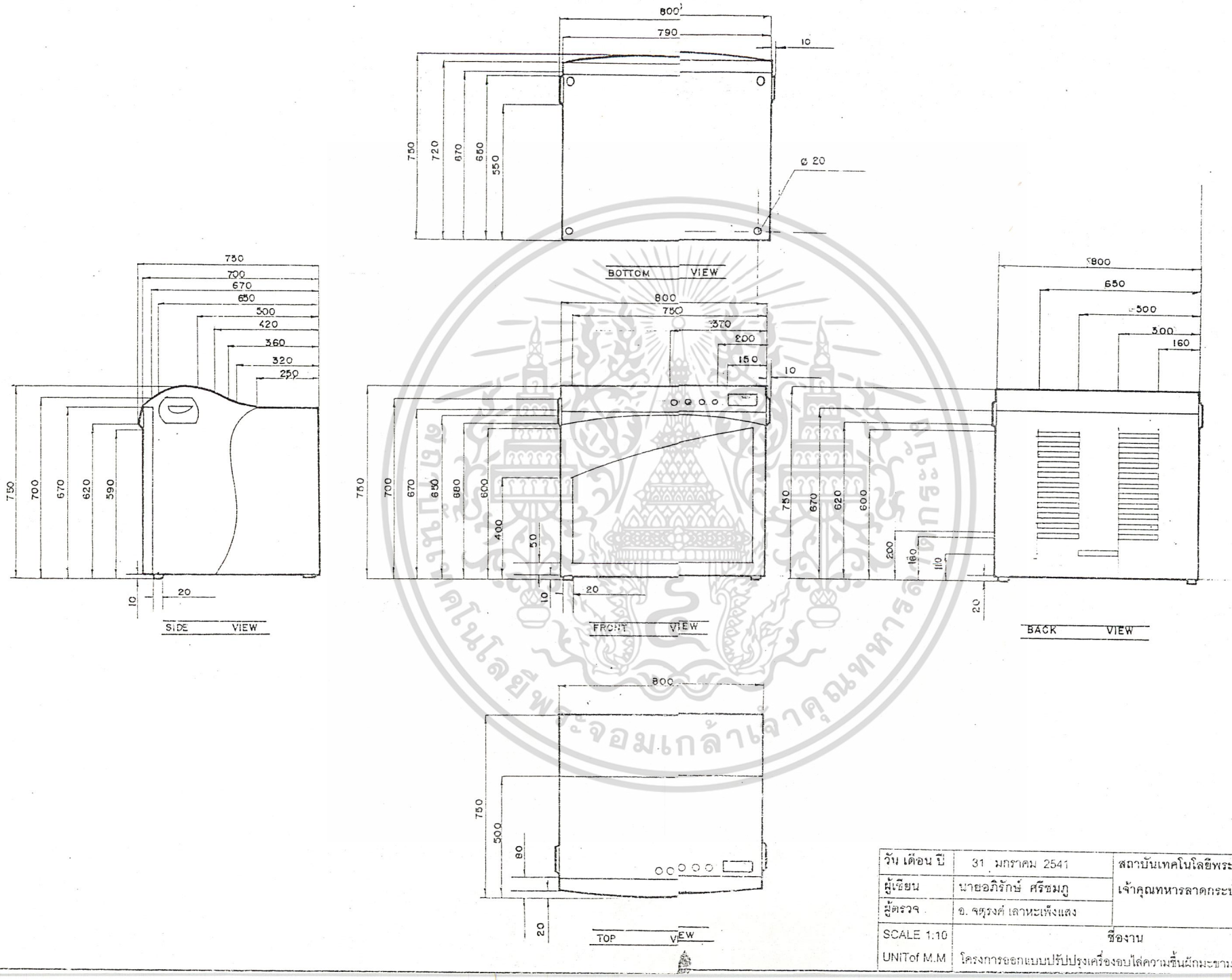
ภาพที่ 60

ภาพ MODEL

ภาพที่ 61

ภาพ MODEL

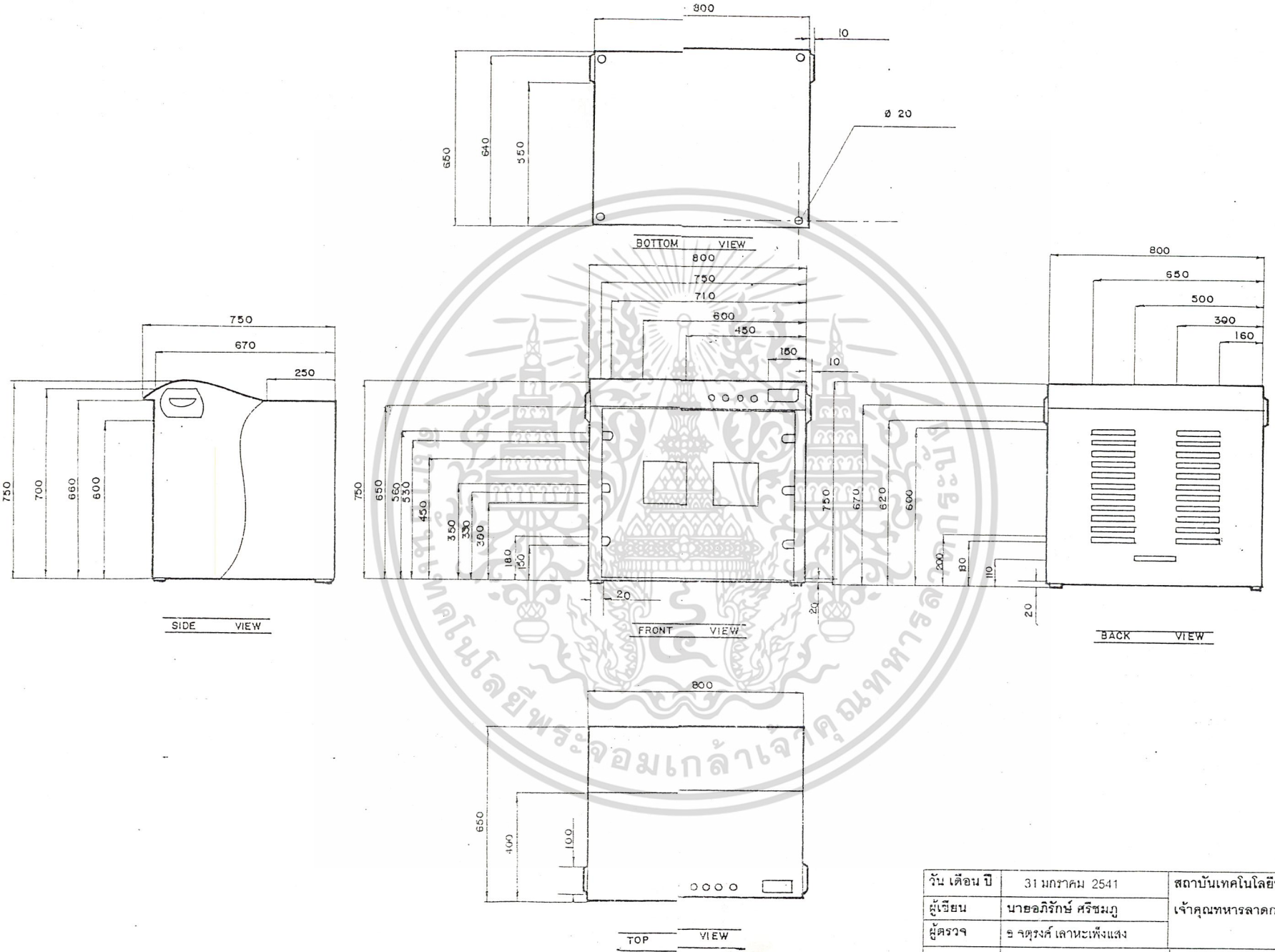
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



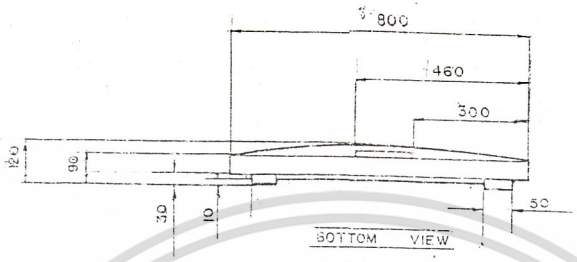
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

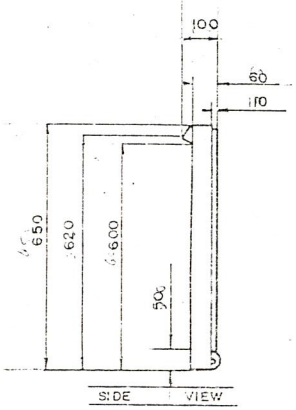
วัน เดือน ปี	31 มกราคม 2541	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
ผู้เขียน	นายอภิรักษ์ ศรีชมภู	เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผู้ตรวจ	อ. จตุรงค์ เลาหะเพ็งแสง	
SCALE 1:10	ชื่องาน	แผ่นที่
UNITof M.M	โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องอบไล่ความชื้นผักมะขามหวาน	

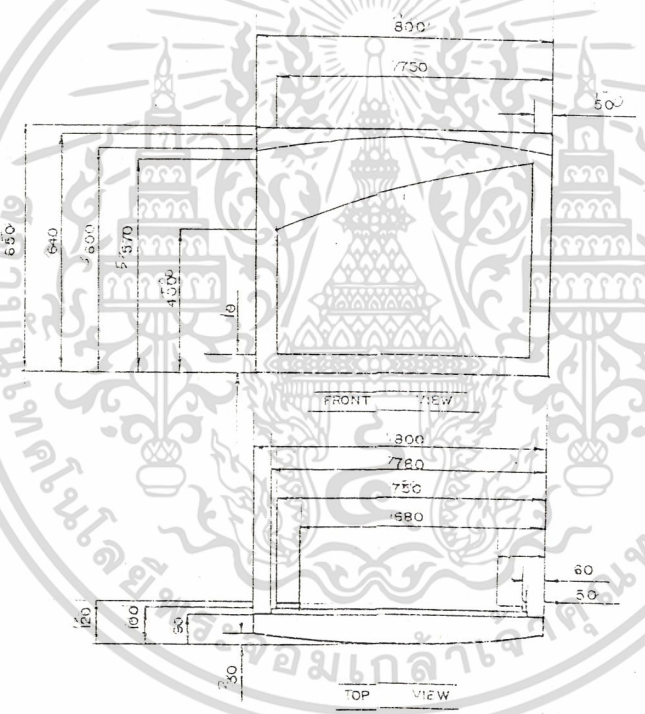
06

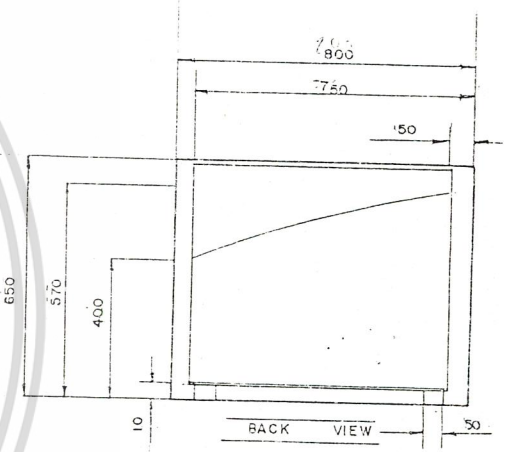


วัน เดือน ปี	31 มกราคม 2541	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
ผู้เขียน	นายอภิรักษ์ ศรีชมภู	เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผู้ตรวจ	ร จตุรงค์ เลาหะเพ็งแสง	
SCALE1: 10 UNiTof M.M	ชื่องาน ภาพ ตัวเครื่องเครื่องอบไล่ความชื้น	แผ่นที่



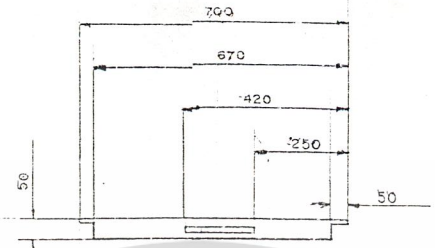




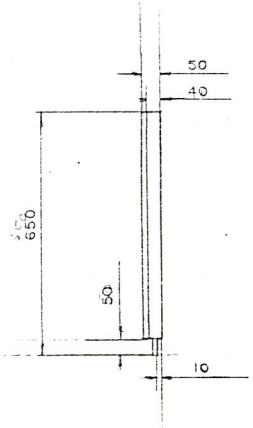


92

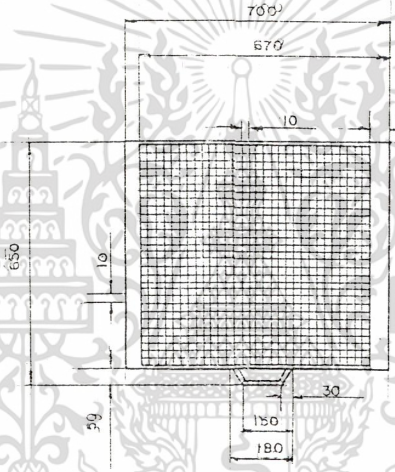
วัน เดือน ปี	31 มกราคม 2541	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผู้เขียน	นายอภิรักษ์ ศรีชมภู	
ผู้ตรวจ	อ. จตุรงค์ เลาหะเพ็งแสง	
SCALE 1:10 UNITof M.M	ชื่องาน ภาพ ฝาปิดเครื่องอบไล่ความชื้น	แผ่นที่



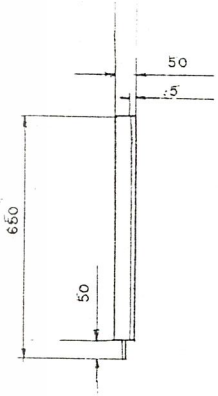
BOTTOM VIEW



RIGHT SIDE VIEW



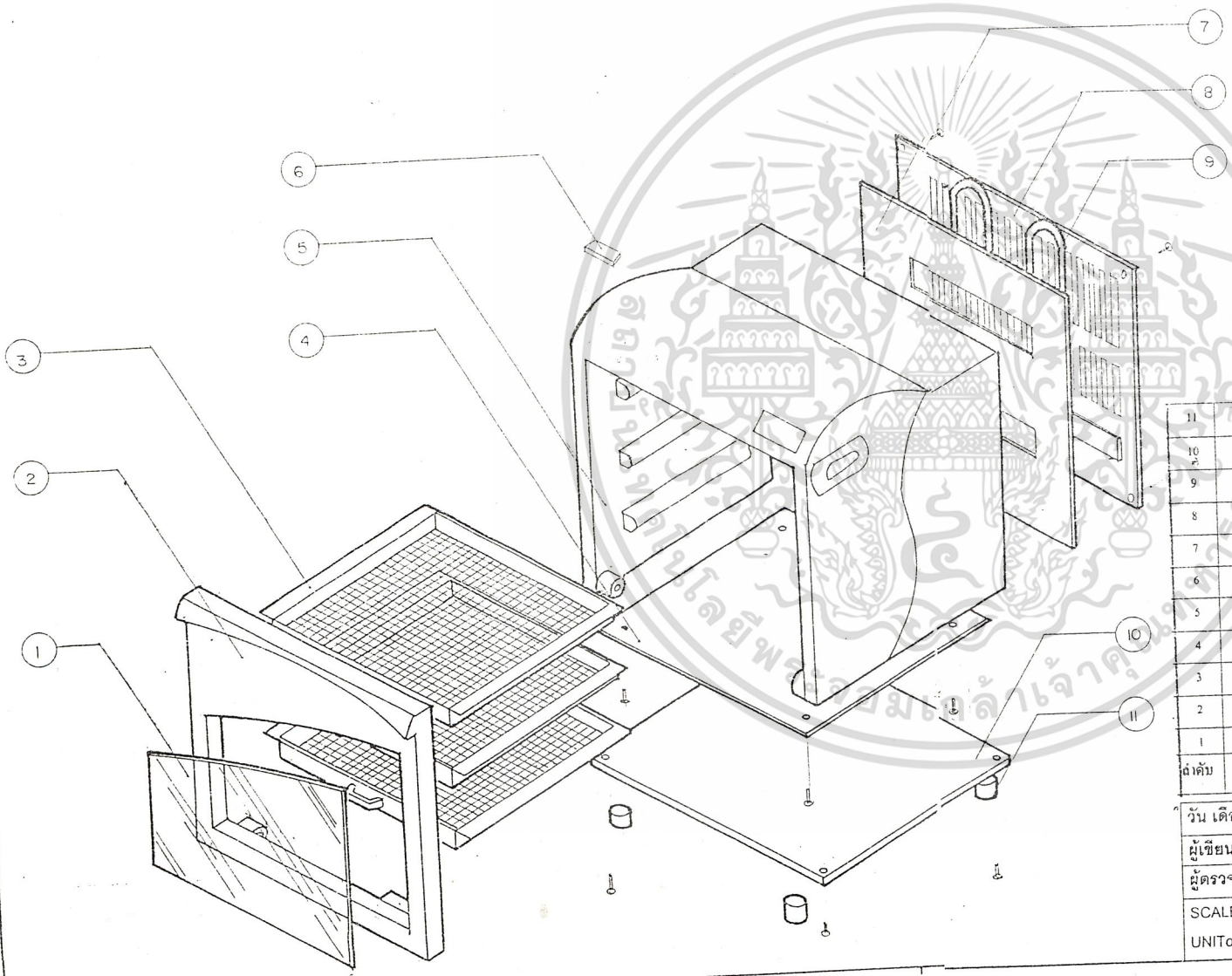
FRONT VIEW



LEFT SIDE VIEW

วัน เดือน ปี	31 มกราคม 2541	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า	93
ผู้เขียน	นายอภิรักษ์ ศรีชมภู	เจ้าคุณทหารลาดกระบัง	
ผู้ตรวจ	อ จตุรงค์ เลาหะเพ็งแสง		
SCALE1:10	ชื่องาน		แผ่นที่
UNITof M.M	ภาพถาดวางมะขาม		

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

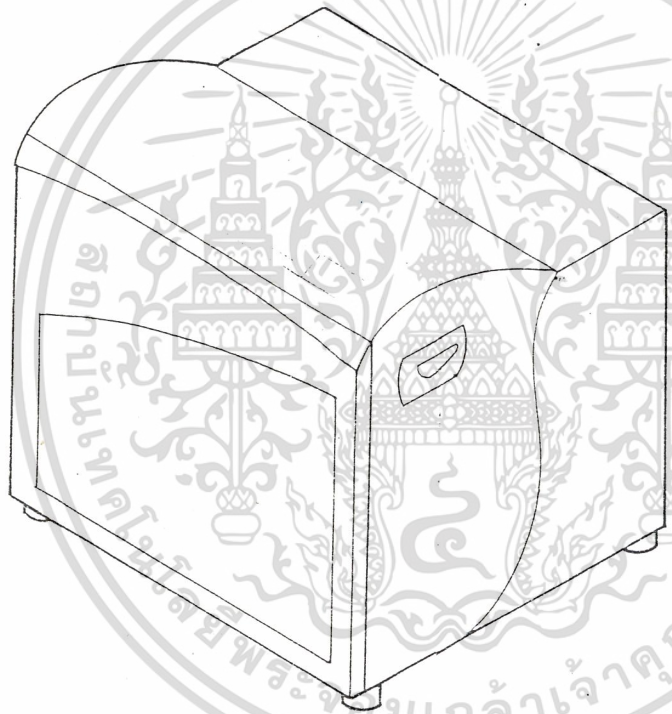


ลำดับ	รายการ	วัสดุ	จำนวน
11	ขาตั้ง	โลหะ	4
10	ฝาปิดด้านล่าง	โลหะ	1
9	ลวดความร้อน	มาตราฐาน	2
8	ฝาเปิดด้านหลังชั้นนอก	โลหะ	1
7	ฝาปิดหลังชั้นใน	โลหะ	1
6	หน้าปัดบอกเวลา	มาตราฐาน	1
5	ตัวเครื่อง	โลหะ	1
4	ฝาปิดบน	โลหะ	1
3	ถาดวางมะขาม	โลหะ	3
2	ฝาปิด	โลหะ	1
1	กระจก	มาตราฐาน	1

วัน เดือน ปี	31 มกราคม 2541	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผู้เขียน	นายอภิรักษ์ ศรีชมภู	
ผู้ตรวจ	อ จตุรงค์ เลาหะเพ็งแสง	
SCALE1: 10 UNITof M.M	ชื่องาน ภาพ ASSEMBLY	แผ่นที่

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

NATURAL WHITE TRACING PAPER , SIZE A2, WT. 90G. 50/55 g/m² MADE IN GERMANY



สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วัน เดือน ปี	31 มกราคม 2541	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
ผู้เขียน	นายอภิรักษ์ ศรีชมภู	เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผู้ตรวจ	อ. จตุรงค์ เลาหะเพ็งแสง	
SCALE 1:10	ชื่องาน	แผ่นที่
UNITof M.M	ภาพ ISOMETRIC	

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการออกแบบปรับปรุงเครื่องอบไล่ความชื้นฝักมะขามที่มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบปรับปรุงผลิตภัณฑ์เดิมเพื่อให้มีประสิทธิภาพที่ดีสามารถขยายการใช้งานในเรื่องของจำนวนการอบในแต่ละครั้ง ซึ่งในการออกแบบเน้นถึงโครงสร้าง รูปทรง ระบบการทำงาน การระบายความร้อน การรักษาอุณภูมิของอาหาร(มะขามแต่ละพันธุ์) วัสดุในการประกอบตัวเครื่อง และจำนวนการบรรจุมะขามในเครื่องอบไล่ความชื้น ซึ่งการอบไล่ความชื้นของมะขามแต่ละพันธ์ย่อมมีอุณภูมิที่ใช้ในการอบแตกต่างกัน ซึ่งเครื่องอบไล่ความชื้นนี้ต้องมีความสามารถที่จะปรับอุณภูมิความร้อนที่แตกต่างกัน

ซึ่งในการออกแบบนั้นต้องเน้นถึงการเลือกใช้วัสดุ และ ระบบการทำงานที่เหมาะสมและยังสามารถบรรจุมะขามที่ใช้ในการอบไล่ความชื้นได้อย่างมีประสิทธิภาพในการไล่ความชื้นของมะขามในแต่ละพันธุ์นั้นจำต้องมีการปรับอุณภูมิให้เหมาะสมต่อการทำงานซึ่งเครื่องอบไล่ความชื้นฝักมะขามนั้นจำเป็นจะต้องมีความสามารถและประสิทธิภาพในการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ

เครื่องอบไล่ความชื้นมะขามนั้นใช้คลื่นความร้อนในการอบไล่ความชื้น วัสดุที่ใช้ในการผลิตโครงสร้างผลิตจากโลหะประเภทเหล็กมีการอัดใยแก้วกันความร้อนกระจายออกสู่ภายนอกจากการออกแบบจะเห็นได้ว่าเครื่องอบไล่ความชื้นนั้นเน้นถึงการบรรจุมะขามในการอบแต่ละครั้งเพื่อที่จะสามารถขยายจำนวนการอบของมะขามให้มากขึ้นและได้ตู้อบที่มีประสิทธิภาพในการทำงาน ตัวเครื่องมีขนาด 75x80x75 cm ในการอบแต่ละครั้งสามารถที่จะอบได้ครั้งละ 15 กิโลกรัมภายในบรรจุถาด จำนวน 3 ถาด ถาดละ 5 กิโลกรัม มีปุ่มปรับอุณหภูมิสามารที่จะปรับอุณหภูมิได้ตามมะขามที่ใช้อบในแต่ละพันธุ์

ข้อเสนอแนะ

อาจารย์ อุดมศักด์ สาริบุตร ได้กล่าวไว้ว่า ในการออกแบบปรับปรุงเครื่องอบไล่ความชื้นของฝักมะขามหวานในครั้งนี้นั้นทางคณะกรรมการได้ให้ข้อเสนอแนะไว้ว่าในการออกแบบนั้นจะต้องมีการศึกษาถึงหลักการในระบายความร้อน การกระจายความร้อน และการเลือกใช้ระบบการกระจายความร้อนที่เหมาะสมเพราะการเลือกระบบที่เหมาะสมนั้นจะทำให้การอบมีคุณภาพเพิ่มขึ้น สำหรับข้อเสนอแนะของกรรมการนั้นนับว่าเป็นประโยชน์อย่างมากต่อผู้ทำการวิจัยเพราะทำให้ผู้วิจัยได้สามารถเห็นข้อผิดพลาดของตนเองและยังเป็นแนวทางสำหรับผู้ที่สนใจในงานการวิจัยได้รู้ถึงจุดบกพร่องและนำไปปรับปรุงอีกไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กรมอาชีวศึกษา. **“หลักการถนอมผลิตผลเกษตร.”** อักษรเจริญทัศน์ หน้า 151,2524

คณาจารย์สถาบันราชภัฏกลุ่มภาคเหนือ . **“ผลการวิจัยเรื่องการศึกษาลักษณะประจำพันธุ์และการปลูกมะขามหวานในจังหวัดเพชรบูรณ์”** ,2525

ดีพร้อม ไชยวงค์เกียรติ์ **“ มะขามหวาน”**ภาควิชาจุลชีวะวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน ,2531

บุหลัน พิทักษ์พล **“ การถนอมผลิตผลทางการเกษตร สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตทางอาหาร”** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ;2528

ธวัชชัย นาคะบุตร **“ มะขามหวาน”** ภาควิชาเกษตร สถาบันราชภัฏเพชรบูรณ์ ; 2524

วิจิตร โชควัฒนา **“ มะขามหวาน”** โครงการหนังสือเกษตรชุมชน ; 2531

อภิเชต บุญเรือง **“ โครงการออกแบบปรับปรุงตู้อบรังไหม”** สาขาศิลปอุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, วิทยานิพนธ์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2530

นิภาพร ไชยมหาวัน **“ โครงการออกแบบปรับปรุงตู้สาธิตในการฝักไข่ประกอบการสอนวิชาการฝักและจัดการโรงฝักไข่ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง(ป.ว.ส.)”** สาขา ศิลปอุตสาหกรรม คณะ ครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดการบัง, วิทยานิพนธ์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง,2539

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบขออนุมัติวิทยานิพนธ์

โครงการภาควิชาครุศาสตร์ศิลปอุตสาหกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ด้วยข้าพเจ้า นาย อภิรักษ์ ศรีชมภู

นักศึกษาภาควิชา ครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขา ศิลปอุตสาหกรรม

ที่อยู่ปัจจุบัน 301/184 หมู่บ้าน รุ่งอรุณ 2

ถนน ฉลองกรุง แขวง ลำปาทิว

เขต ลาดกระบัง จังหวัด กรุงเทพมหานคร

หมายเลขโทรศัพท์ติดต่อ ----------

มีความประสงค์ที่จะขออนุมัติเขียนวิทยานิพนธ์เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญาตรี สาขา สาขาศิลปอุตสาหกรรม จำนวน 8 หน่วยกิต

ชื่อเรื่อง (ภาษาไทย) โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องอบไล่ความชื้นฝักมะขาม

ชื่อเรื่อง (ภาษาอังกฤษ) IMPROVEMENT OF THE POD DRYER MACHINE OF THE TAMMARIND

ชื่ออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ อาจารย์ จตุรงค์ เลาหะเพ็งแสง

ที่อยู่ปัจจุบันของอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ บ้านเลขที่ _____

ซอย_____ถนน_____ตำบล

จังหวัด_____โทรศัพท์_____

ที่อยู่ที่ทำงาน_____ถนน_____

ตำบล _____เขต_____

จังหวัด_____โทรศัพท์ _____

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบขออนุมัติหัวข้อวิทยานิพนธ์

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่อเรื่อง(ภาษาไทย) โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องอบไล่ความชื้นฝักมะขาม

ชื่อเรื่อง(ภาษาอังกฤษ) IMPROVEMENT OF THE POD DRYER MACHINE OF THE TAMARIND

เสนอโดย นาย อภิรักษ์ ศรีชมภู

นักศึกษา ภาควิชา ครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขา ศิลปอุตสาหกรรม

จำนวนหน่วยกิจวิทยานิพนธ์ 8 หน่วยกิจ

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ อาจารย์ จตุรงค์ เลาหะเพ็งแสง

ประเภทวิทยานิพนธ์ที่เสนอ

1 การศึกษาค้นคว้าข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และออกแบบ

ก. โครงการจริง

ข. โครงการเสนอแนะ

ค. โครงการออกแบบปรับปรุงและเปลี่ยนแปลง

2 การศึกษาค้นคว้าข้อมูลอย่างกว้างขวางโดยละเอียดและวิเคราะห์ เพื่อนำไปสู่การออกแบบ

ก. โครงการจริง

ข. โครงการเสนอแนะ

ค. โครงการปรับปรุงและเปลี่ยนแปลง

3 การศึกษาและวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาด้านครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ด้านบรรจุภัณฑ์.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้าพเจ้าได้นำโครงการเสนอวิทยานิพนธ์ให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาแล้ว ท่านยินดีเป็นที่ปรึกษาและได้แนบโครงการเสนอวิทยานิพนธ์ดังกล่าวมาพร้อมนี้

จึงเสนอมาเพื่อพิจารณา

ลงชื่อ นาย อภิรักษ์ ศรีชมภู (นักศึกษา)

(.....)

ลงวันที่ 4 สิงหาคม 2540

อาจารย์ควบคุมวิทยานิพนธ์ลงนาม

1 .....

(อาจารย์ จตุรงค์ เลาหะเพ็งแสง)

ตำแหน่ง อาจารย์

ลงวันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

2.....

(.....)

ตำแหน่ง.....

ลงวันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อผู้วิจัย นาย อภิรักษ์ ศรีชมภู

วัน เดือน ปีเกิด วันที่ 29 ตุลาคม 2518

สถานที่เกิด เพชรบูรณ์

วุฒิการศึกษา

- ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ป.ว.ช.) สาขาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตภาคพายัพ
- ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ป.ว.ส.) สาขาออกแบบผลิตภัณฑ์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตอุภาคพายัพ

การศึกษาปัจจุบัน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์ศิลปอุตสาหกรรม
สาขาศิลปอุตสาหกรรม

ที่อยู่ปัจจุบัน 97 /47 หมู่ 2 ตำบล สะเดียง อำเภอ เมือง จังหวัด.เพชรบูรณ์ 67000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้