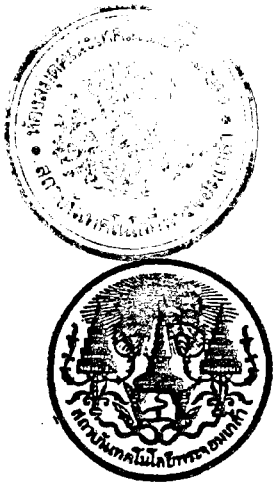


ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง เครื่องอบแห้งรังสีอินฟาเรด

(Infrared Dryer)

โดย นายณัทพิชย์ ทองสุกดี

นายประวิทย์ เปียคล้าย

ได้รับพิจารณาเห็นชอบจาก...

..../...../..... อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

(อ.มนตรี พรนารถลาวัลย์) ...../...../.....

..../...../..... กรรมการของภาควิชา

(อ.ธนงค์ วรอุไร)

..../...../..... กรรมการของภาควิชา

(อ.พอใจ ลิ้มพันธ์อุดม)

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

..... 27 พ.ย. 25..

(อ. เยาวลักษณ์ สุรพันธพิทักษ์)

หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่ ... เดือน ..... พ.ศ. ...

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฉบ. หมายเลข 2699 2551

13687

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ(45499)

เรื่อง

เครื่องอบแห้งรังสีอินฟราเรด

(INFRARED DRYER)

T096917

โดย

นายฉันทิชย์ ทองสุกดี

นายประวิทย์ เปี่ยมคล้าย

เสนอ

ปพ.
ฉ 269ค
2531

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....96917.....
วัน,เดือน,ปี.....

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต(อุตสาหกรรมเกษตร)

พ.ศ. 2531

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

การสร้างเครื่องอบแห้งรังสีอินฟาเรด มีจุดประสงค์เพื่อใช้รังสีอินฟาเรดแทนลมร้อนที่ใช้ในการอบแห้ง ซึ่งรังสีอินฟาเรด เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าซึ่งผลิตภัณฑ์ทุกอย่างสามารถดูดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้

จากการศึกษาโดยการสร้างตู้อบรังสีอินฟาเรดนี้ ทำการอบพริกขี้หนูที่ระยะห่างจากหลอดอินฟาเรด 30 เซนติเมตร โดยใช้แรงดันไฟฟ้า 100% ,90% ,80% ,70% ผลปรากฏว่าที่ 100% ของแรงดันไฟฟ้าจะใช้เวลา 5.5 ชั่วโมง ทำให้ความชื้นลดลงจนถึง 12% ซึ่งเป็นเวลาที่น้อยที่สุดเมื่อเทียบกับแรงดัน 90% ,80% ,70% และน้อยกว่าการตากแดด 2 เท่า

จากการศึกษาระหว่างแรงดันไฟฟ้ากับอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ที่แรงดันไฟฟ้า 100% จะให้อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิจะลดต่ำลงเรื่อยๆเมื่อลดแรงดันไฟฟ้าให้ต่ำลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำ นิยม

ในการจัดทำปัญหาพิเศษเรื่องนี้ ได้รับความกรุณาจากท่านอาจารย์มนตรี พจนารถลาวัลย์ ที่ได้ให้แนวคิด และความช่วยเหลือตลอดจนคำ แนะนำในการแก้ปัญหามาด้วยดี จึงขอขอบพระคุณมาไว้ ณ ที่นี้

นอกจากนี้ ข้าพเจ้าขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกๆ คนที่ได้ให้ความเป็นห่วงเป็นใยและกำลังใจจนกระทั่งปัญหาพิเศษผ่านอุปสรรคด้วยดี

ฉันทิชย์ ทองสุกดี

ประวิทย์ เปียคล้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญ

	หน้า
สารบาญตาราง	ก
สารบาญภาพ	ข
สารบาญภาพภาคผนวก	ค
คำนำ	ง
วัตถุประสงค์	จ
ตรวจเอกสาร	1
วัสดุอุปกรณ์ , วิธีทดลอง	14
ผลการทดลอง	15
สรุปผลการทดลอง	23
ข้อเสนอแนะ	24
เอกสารอ้างอิง	25
ภาค ผนวก	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	แสดง Voltage ที่ % ต่างของเครื่องควบคุมแรงดัน	15
2.2	แสดง % ความชื้นของพริกขี้หนู เมื่อใช้แสงแดด	16
2.3	ค่าความชื้นของพริกขี้หนูในตู้อบแห้งที่ 100 % แรงเคลื่อนไฟฟ้า	17
2.4	ค่าความชื้นของพริกขี้หนูในตู้อบแห้งที่ 90 % แรงเคลื่อนไฟฟ้า	17
2.5	ค่าความชื้นของพริกขี้หนูในตู้อบแห้งที่ 80 % แรงเคลื่อนไฟฟ้า	18
2.6	ค่าความชื้นของพริกขี้หนูในตู้อบแห้งที่ 70 % แรงเคลื่อนไฟฟ้า	18
2.7	แสดงอุณหภูมิของพริกขี้หนูที่ระดับแรงเคลื่อนไฟฟ้าต่างๆ	19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญภาพ

รูปที่		หน้า
1.2	ช่วงของรังสีที่ใช้ใน การอบแห้ง	2
1.3	การสั่นสะเทือนของวัตถุในโมเลกุล	3
1.4	โครงสร้างภายในของหลอดอินฟราพารา	7
1.5	โฟมสะท้อนรังสีรูปแบบต่างๆ	9
1.6	ภาพเปรียบเทียบการดูดซึมความร้อนของวัตถุจากการแผ่รังสีและการพาความร้อน	9
1.7.1	โครงสร้างตู้อบแห้ง	11
1.7.2	ด้านข้างของตู้อบแห้ง	12
1.7.3	ด้านหน้าและด้านข้างบนของตู้	13
2.8	กราฟแสดงความชื้น (Wb) ของพริกขี้หนูที่อบแห้งด้วยระดับแรงดันไฟฟ้าต่างๆ	20
2.9	กราฟแสดงอุณหภูมิของพริกขี้หนูที่อบแห้งด้วยระดับแรงดันไฟฟ้าต่างๆ	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพภาคผนวก

รูปที่		หน้า
3.1	หลอดอินฟราพารา	27
3.2	เครื่องควบคุมแรงดันไฟฟ้า	27
3.3	ด้านหลังตู้อบแห้ง	28
3.4	ด้านหน้าตู้อบแห้ง	28
3.5	ภายในตู้อบแห้ง	29
3.6 –3.9	Recommended power for "INFRAPARA"	30
3.10	เส้นโค้งแสดงการกระจายรังสีของอินฟราพารา แบล็คบอดี้ ที่อุณหภูมิต่างๆกัน	32
3.11	รังสีที่แผ่ออกจากแท่งความร้อน อุณหภูมิที่ผิว ความรุนแรงของพลังงานไฟฟ้าบนผิว	33
3.12	ระยะห่างระหว่างแต่ละอันและระยะการแผ่รังสีจากโคมสะท้อนของอินฟราพารา ถึงวัตถุที่จะอบ	34
	ตัวอย่างการติดตั้ง อินฟราพาราในกิจการและลักษณะต่างๆกัน	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

การอบแห้ง เป็นวิธีดึงน้ำบางส่วนออกจากผลิตภัณฑ์ โดยอาศัยความร้อนเพื่อระเหยน้ำที่อยู่ในผลิตภัณฑ์ กลไกการอบแห้งจะเกี่ยวข้องกับการถ่ายเทความร้อนและมวล โดยความร้อนจะถ่ายเทให้กับผลิตภัณฑ์เพื่อใช้ระเหยน้ำ ขณะเดียวกันน้ำที่อยู่ในผลิตภัณฑ์จะระเหยออกจากผลิตภัณฑ์

การอบแห้ง เป็นวิธีเก็บรักษาอาหารที่เก่าแก่วิธีหนึ่ง และในปัจจุบัน การอบแห้งยังเป็นวิธีการเก็บรักษาอาหารที่สำคัญ ซึ่งกรรมวิธีการอบแห้งที่มีการพัฒนาขึ้นมานั้นส่วนใหญ่แหล่งกำเนิดความร้อนจะใช้ไฟฟ้า หรือเชื้อเพลิงต่าง ๆ เพื่อผลิตอากาศร้อนเพื่อใช้ในการอบแห้ง การถ่ายเทความร้อนในผลิตภัณฑ์กับอากาศร้อนนั้น ส่วนใหญ่จะเป็นการถ่ายเทความร้อนแบบการพาและการนำความร้อน ความร้อนจากอากาศที่ใช้อบแห้งไม่สามารถส่งผ่านเข้าไปในเนื้อวัตถุได้โดยตรง จึงได้มีการพัฒนานำหลักของการแผ่รังสี ความร้อน เข้ามาใช้ในการอบแห้ง

รังสีอินฟราเรดได้ถูกเลือกมาใช้ในการอบแห้งจึงเป็นแม่เหล็กไฟฟ้ามีความยาวคลื่นระหว่าง 0.72 – 1000 μm รังสีอินฟราเรดสามารถทำให้ผิวของวัตถุที่ถูกรังสีเกิดความร้อนขึ้นอย่างรวดเร็วและสม่ำเสมอ ความร้อนจะกระจายลงสู่เนื้อในของวัตถุโดยการนำ จากคุณสมบัติของรังสีนี้เอง จึงมีการนำรังสีอินฟราเรดไปประยุกต์ใช้ในงานด้านต่าง ๆ เช่น การนำไปอบวัตถุพวก พลาสติก, โครงวัสดุ, ยาง, สีเคลือบ, ฯลฯ หรือใช้ฆ่าเชื้อโรคในอุตสาหกรรมยา, อาหารกระป๋อง, อาหารบรรจุขวดแก้ว หรือปรุงอาหารและอบขนม เช่น ขนมปัง, เค้ก, ใช้อุ่นอาหาร

ในการศึกษาการอบแห้งโดยใช้รังสีอินฟราเรดนี้ ได้ทำการสร้างตู้อบแห้งต้นแบบขึ้นเพื่อใช้ในการทดลองอบแห้งพริกขี้หนู โดยจะหาระยะที่เหมาะสมระหว่างแหล่งกำเนิดรังสีกับวัตถุที่จะอบ ตู้อบแห้งอินฟราเรดที่มีประสิทธิภาพสูงสุดและติดตั้งระบบควบคุมแรงดันไฟฟ้าเพื่อควบคุมอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำรังสีอินฟราเรดมาใช้อบแห้งผลิตภัณฑ์
2. ศึกษาถึงประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้งเมื่อเทียบกับการตากแห้งด้วยแสงอาทิตย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจเอกสาร

การทำอาหารให้แห้ง มีด้วยกันหลายวิธี จึงมีชื่อเรียกตามลักษณะของการทำแห้งหลายชื่อ เช่น การอบแห้ง,การตากแห้ง,การผึ่งแห้ง

การอบแห้ง หมายถึง การถ่ายเทของเหลว (liquid) เช่นน้ำออกจากของแข็ง หรือวัสดุที่ขึ้นไปยังก๊าซที่ไม่อิ่มตัว (Unsaturated gas) ในวิธีการทำอาหารให้แห้งสามารถแบ่งเครื่องอบแห้งตามลักษณะการถ่ายเทความร้อนและลักษณะการทำงานของเครื่องอบแห้ง ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1.1 ประเภทเครื่องอบแห้ง

Mode of Heat tranfer	driers	
	batch operation	continous operation
Convection	Kiln drier	Tunnel drier
	Cabinet drier	Conveyor drier
		Spray drier
		Fluidised bed drier
Conduction	Heat-shelf drier	Drum drier
	Agitated pan drier	
Radiation	Infrared drier	
Internal generation of heat	Microwave oven	Dielectric continuous drier
		Microwave tunnel
Mixed	Shelf drier	Rotary drier

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รังสีอินฟราเรด ถูกค้นพบในปีคศ. 1800 โดย **Sir William Herschel** นักดาราศาสตร์ชาวอังกฤษ ซึ่งค้นพบขณะที่ศึกษาแสงจากดวงอาทิตย์ รังสีอินฟราเรดมีข้อดีคือ ไม่ทำให้อุณหภูมิของอากาศบริเวณที่รังสีแม่ไปถึงสูงขึ้น แต่จะเกิดความร้อนอย่างรวดเร็ว และสม่ำเสมอในบริเวณผิวของวัตถุที่สัมผัสกับรังสีนี้ และความร้อนจะกระจายเข้าสู่เนื้อในวัตถุโดยการนำความร้อน (พันทิพา , 2531)

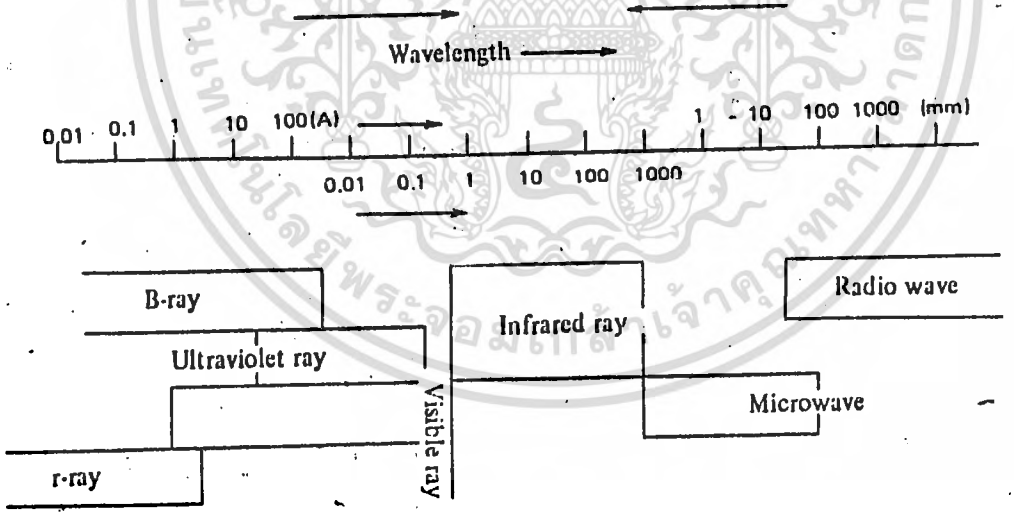
การนำรังสีอินฟราเรดมาใช้อบแห้งผลิตภัณฑ์

รังสีอินฟราเรด เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามีความยาวคลื่นระหว่าง 0.7 – 1,000 ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ช่วง ดังนี้

1) อินฟราเรดคลื่นสั้น ซึ่งมีความยาวคลื่น 0.72 – 1.5 μm.

2) อินฟราเรดคลื่นยาว จะมีความยาวคลื่น 1.5 – 100 μm.

รูปที่ 1.2 ช่วงของรังสีที่ใช้ในการอบแห้ง



ความถี่ของคลื่นอินฟราเรดที่แผ่ออกมาจะทำให้โมเลกุลของวัตถุที่ได้รับรังสีสั่นสะเทือนโดยวัตถุแต่ละชนิดจะมีความสามารถในการดูดซึมรังสีในระดับความยาวคลื่นที่ต่างกัน ซึ่งส่วนใหญ่จะอยู่ในระดับ 3 – 100 μm คลื่นอินฟราเรด หรือรังสีอินฟราเรดเมื่อถูกดูดกลืนโดนวัตถุแล้ว จะทำให้วัตถุร้อน ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรรังสีกับระยะ

ไม่วากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางความลึกของเนื้อวัตถุ จะสามารถเขียนได้ดังสมการ

$$I = I_0 EXP(-\alpha X) \quad \text{---------- (1)}$$

เมื่อ I ความเข้มของรังสีที่ระยะความลึกของวัตถุใด ๆ

I_0 = ความเข้มของรังสีก่อนถูกดูดกลืน

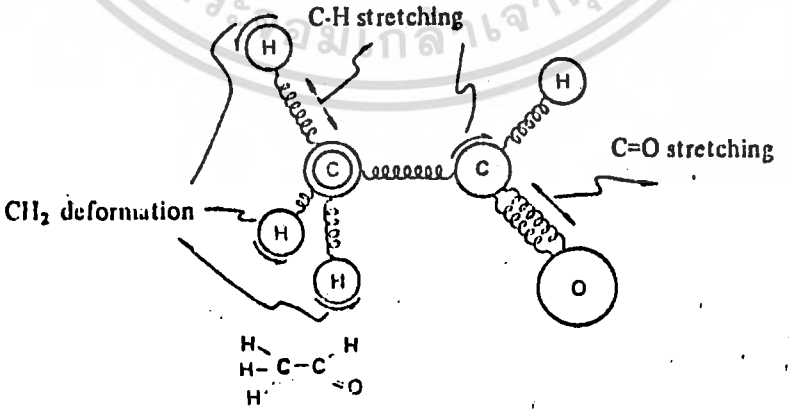
α = สัมประสิทธิ์ การดูดกลืนรังสีของวัตถุ

X = ระยะทางที่รังสีผ่านไป (สมบัติ , 2531)

<u>การสั่นสะเทือนของโมเลกุล และการดูดซึมรังสีอินฟราเรด</u>

โมเลกุลของสะสารทุกชนิด ประกอบด้วยอะตอมจำนวนมาก รวมตัวกันด้วยปฏิกิริยาทางเคมีขึ้นเป็นโมเลกุล การเชื่อมโยงทางเคมีทำหน้าที่คล้ายสปริง และอะตอมเปรียบเสมือนลูกตุ้มที่ผูกอยู่ตรงปลายลวดสปริง การสั่นสะเทือนของโมเลกุลจะมีการสั่นสะเทือนทั้งแบบยืดเข้าออกซึ่งเรียกว่า " การสั่นสะเทือนตามแนวยาว " (stretching) หรือมีการเปลี่ยนทิศทางไปทางซ้าย–ขวา ซึ่งเรียกว่า " การสั่นสะเทือนเปลี่ยนรูป " (deformation) ดังรูปที่ 1.3

<u>รูปที่</u> 1.3 การสั่นสะเทือนของโมเลกุลในวัตถุ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่วงเวลาการสั่นสะเทือนของขดลวดสปริงแต่ละตัวไม่ได้ขึ้นกับประเภทของสารเคมีแต่เพียงอย่างเดียว แต่ยังขึ้นกับโมเลกุลทั้งหมด จากรูป 1.3 จะเห็นว่าไม่มีสปริงเส้นใดสั่นสะเทือนได้ตามลำพัง การสั่นสะเทือนของสปริงทุกเส้นมีผลจากการเคลื่อนไหวของสปริงเส้นที่เหลือด้วย (นิรนาม , 2531)

แหล่งกำเนิดรังสีอินฟราเรดมีดังนี้

- Solar energy
- Carbon filament lamp
- Lamp with tungsten lamp
- Quatz tube lamp
- Noniuminous gas film
- Glowing ceramic rods
- Cesium vapor lamp

การใช้รังสีอินฟราเรดในการแปรรูปอาหาร

แบ่งได้เป็น 2 แบบ ขึ้นกับระดับอุณหภูมิที่ใช้งาน

1) Medium temperature radiator แหล่งกำเนิดรังสีลักษณะเป็นเส้นลวดในหลอดโลหะหรือหลอดซิลิกา จะให้รังสีอินฟราเรดแบบคลื่นยาว ใช้กับอาหารที่ไม่ไวความร้อน ซึ่งพลังงานที่ได้ 15 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตร ความร้อน 500 – 1,000 ° c

2) High temperature radiator แหล่งกำเนิดรังสีลักษณะเป็นหลอดทังสเตน หรือหลอดควอสต์ ให้รังสีอินฟราเรดคลื่นสั้นเหมาะกับอาหารที่ไวต่อความร้อน ให้พลังงาน 10 – 65 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตร อุณหภูมิสูงถึง 2500 ° c

เมื่ออาหารดูดกลืนรังสีอินฟราเรด ผิวหน้าของอาหารจะเกิดความร้อนอย่างรวดเร็ว และจะสุกก่อน น้ำและกลิ่นที่ระเหยได้ยังคงอยู่ในอาหาร เมื่อความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระจายทั่วอาหาร และเมื่ออาหารสุกจะทำให้อาหารมีลักษณะฉ่ำน้ำและมีกลิ่นรสดี

การถ่ายเทความร้อนโดยการแผ่รังสีสามารถคำนวณหาได้จาก

Stefan - Boltzman's Law

$$S = \sigma (T_1^4 - T_2^4) \text{ ----------(2)}$$

σ = ค่าคงที่ของสเตฟาน (Stefan's constant)

$0.567 \ 10^{-4}$ erg/cm^2/sec/degree^4

$0.567 \ 10^{-11}$ watt/cm^2/degree^4

T_1 = อุณหภูมิของแหล่งกำเนิดรังสีอินฟราเรด

T_2 = อุณหภูมิของวัตถุ K (สมบัติ , 2531)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบของตู้อบแห้งอินฟราเรด

หลอดอินฟราเรด

หลอดอินฟราเรดที่ใช้ในปัญหาพิเศษนี้ มีชื่อทางการค้าว่า " อินฟราพารา " (INFRAPARA) ผลิตจากเซรามิค ซึ่งประกอบด้วยผลึกออกไซด์ของโลหะที่มีคุณสมบัติกระจายรังสีสูง พลังงานที่แผ่ออกมาจากหลอดอินฟราพารานี้ เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าซึ่งมีความยาวคลื่นที่สามารถทะลุผ่านวัตถุ ทำให้โมเลกุลของวัตถุนั้น ๆ เกิดการสั่นสะเทือนมากกว่าปกติ มีผลทำให้วัตถุนั้นร้อน

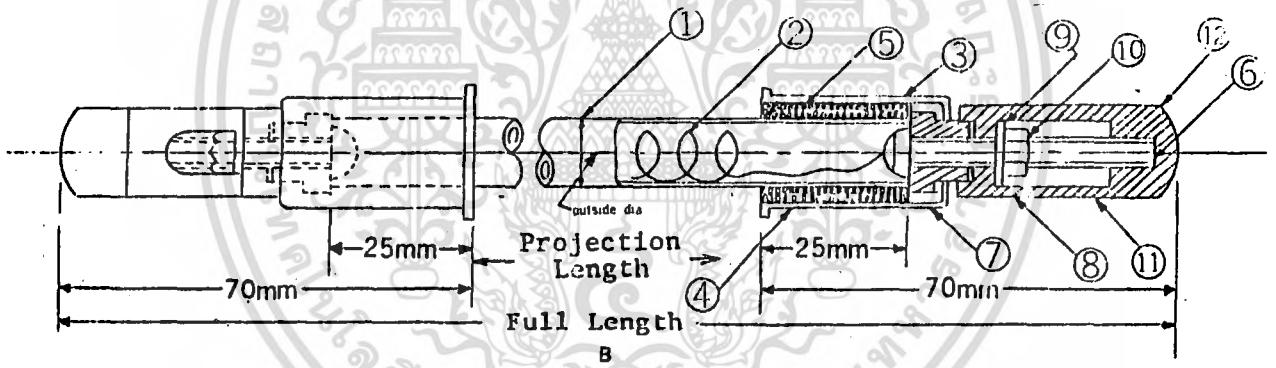
คุณสมบัติทั่วไปของหลอดอินฟราพารา

1) ติดตั้งได้สะดวก (สามารถติดตั้งในแนวนอนและแนวตั้ง)
2) ให้พลังงานความร้อนสม่ำเสมอตลอดพื้นที่ผิวของหลอด
3) เมื่อเปรียบเทียบกับอุปกรณ์ให้ความร้อนชนิดอื่น อินฟราพาราจะกระจายรังสีอินฟราเรดคลื่นยาวที่อุณหภูมิต่ำกว่า และใช้เวลาทำงานน้อยกว่า โดยไม่ทำให้วัตถุที่อบอยู่นั้นได้รับความเสียหาย
4) ประกอบขึ้นจากวัสดุที่แข็งแรงทนทาน บำรุงรักษาง่าย
5) ให้ความร้อนอย่างสม่ำเสมอ และรวดเร็ว ลดปัญหาวัสดุแห้งไม่เท่ากัน
6) ทนต่ออุณหภูมิที่สูงมาก จึงเหมาะสำหรับใช้ในงานที่ต้องใช้อุณหภูมิสูงติดต่อกันเป็นเวลานาน
7) โครงสร้างแข็งแรงไม่มีการเสื่อม
8) ไม่จำเป็นต้องบำรุงรักษามาก
9) ใช้เวลาน้อยกว่าประมาณ 10 เท่า
10) ประหยัดไฟฟ้าถึง 30% เพิ่มผลผลิตไม่น้อยกว่า 50%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติทางกายภาพของอินฟราพารา

ส่วนประกอบ	$Ti_2O_3, ZrO_2, SiO_2, FeO_3, MnO_2$, Clay
การกระจายรังสี	0.9
ความสามารถในการนำความร้อน	0.7 Kcal/m.h. °c
สัมประสิทธิ์ของการกระจายความร้อน	2.0×10^{-6}
ความต้านทานไฟฟ้า	300 MΩ-cm(20 °C), 150MΩ-cm(100 °C), 5 MΩ-cm(500 °)
	1.04×10^{6}
ความแข็งเมื่อโค้งงอ	1.06×10^{3}
ความคลาดเคลื่อนของขนาด	ภายนอก ± 0-5 mm., ความหนา ± 0.2 mm.
อุณหภูมิสูงสุดที่ทำให้ชำรุด	1,200 ° C



รูปที่ 1.4 โครงสร้างภายในของอินฟราพารา

1. ปลอกเซรามิค
2. เส้นลวดนิโครม
3. ไลหะหรือเซรามิค
4. ฉนวนหุ้มปลอก
5. ซิเมนต์หรือ แร่ใยหินทนไฟ
6. สลักเกลียวสแตนเลส (Bolt)
7. เซรามิคหุ้มฉนวน
8. เซรามิคปิดหลังฉนวน
9. วงแหวนสวมเกลียว (Washer)
10. แป้นเกลียว (Nut)
11,12 ฉนวนเส้นลวดและฝาครอบ

หลอดอินฟราพาราที่ใช้คือรุ่น CS -250, 220 Volt 500 Watt ยาว 250 มิลลิเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 17 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นรุ่นที่ใช้ติดตั้งในแนวนอนเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

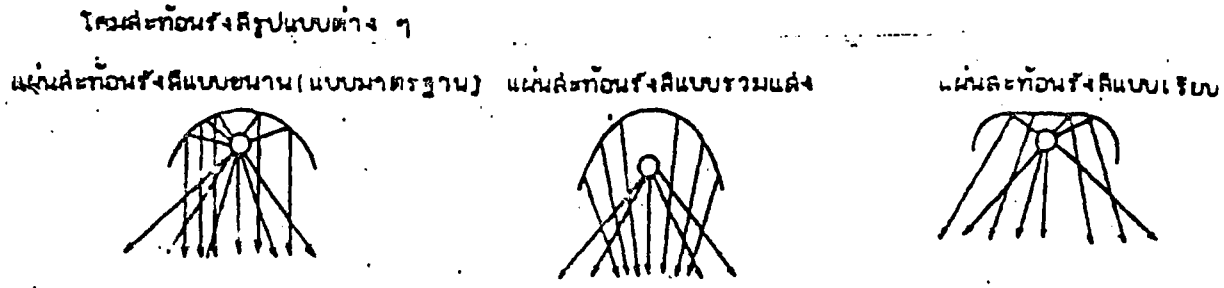
หลักการทำงานของหลอดอินฟราพารา

กระแสไฟฟ้าที่ผ่านเข้าไปในหลอดอินฟราพารา ออกไซด์ของโลหะจะดูดซึมพลังงานความร้อนจากตัวทำความร้อนไว้ และทำหน้าที่เป็นตัวเปลี่ยนพลังงานความร้อนเป็นรังสีอินฟราเรดในช่วงความยาวคลื่นต่าง ๆ กัน ซึ่งใกล้เคียงหรือเท่ากับความยาวคลื่น การสั่นสะเทือนโมเลกุลของวัตถุ ไม่ว่าจะเป็นวัตถุ สารละลาย อนินทรีย์ เคมี ธาตุต่าง ๆ ฯลฯ ผลจากกระบวนการทำงานนี้ จะทำให้วัตถุหรือสารซึ่งเกิดความร้อนในตัวมันเอง (นิรนาม , 2531)

ระยะทางระหว่างวัตถุกับหลอดอินฟราพาราจะมีผลต่ออุณหภูมิของวัตถุ อยู่ใกล้หลอดอินฟราพารามากเท่าใด อุณหภูมิของวัตถุจะมีค่าสูง จึงอาจจะทำให้วัตถุไหม้ได้ หรืออาจมีผลทำให้การกระจายรังสีไม่สม่ำเสมอ ระยะห่างที่เหมาะสมระหว่างวัตถุกับหลอดที่ใช้โดยสะท้อนช่วยจะอยู่ในช่วง 15 – 40 เซนติเมตร

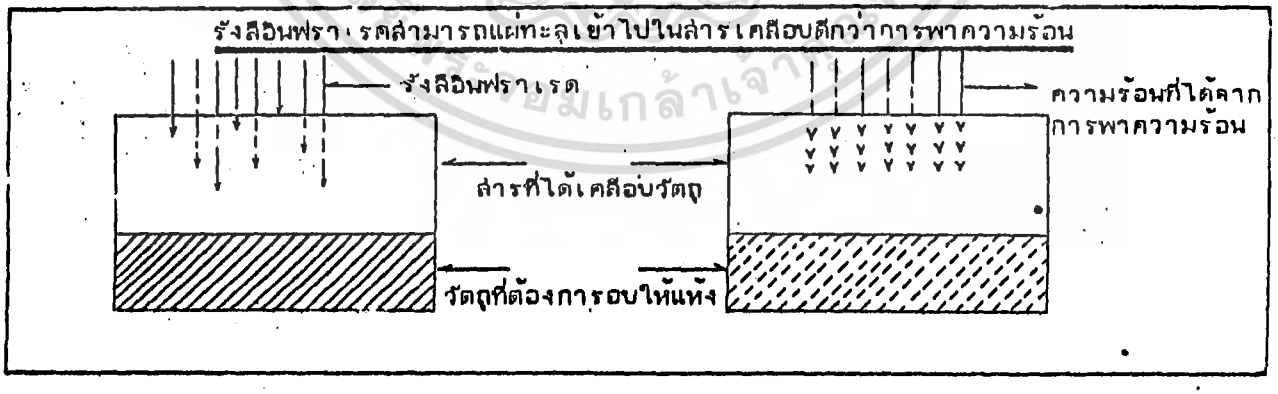
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 1.5 โคมสะท้อนรังสีรูปแบบต่าง ๆ



จากรูปที่ 1.5 ได้แสดงลักษณะของโคมสะท้อนแสงแบบต่าง ๆ พบว่า โคมสะท้อนแบบแรกจะสะท้อนรังสีออกมาลักษณะขนานกัน ซึ่งประสิทธิภาพในการสะท้อนรังสีจะสูงกว่าแบบเรียบ โคมสะท้อนจะทำจากอลูมิเนียม เนื่องจากมีคุณสมบัติในการสะท้อนรังสีได้ดี (สมบัติ , 2531)

รูปที่ 1.6 ภาพเปรียบเทียบการดูดซึมความร้อนของวัตถุจากการแผ่รังสี และการพาความร้อน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

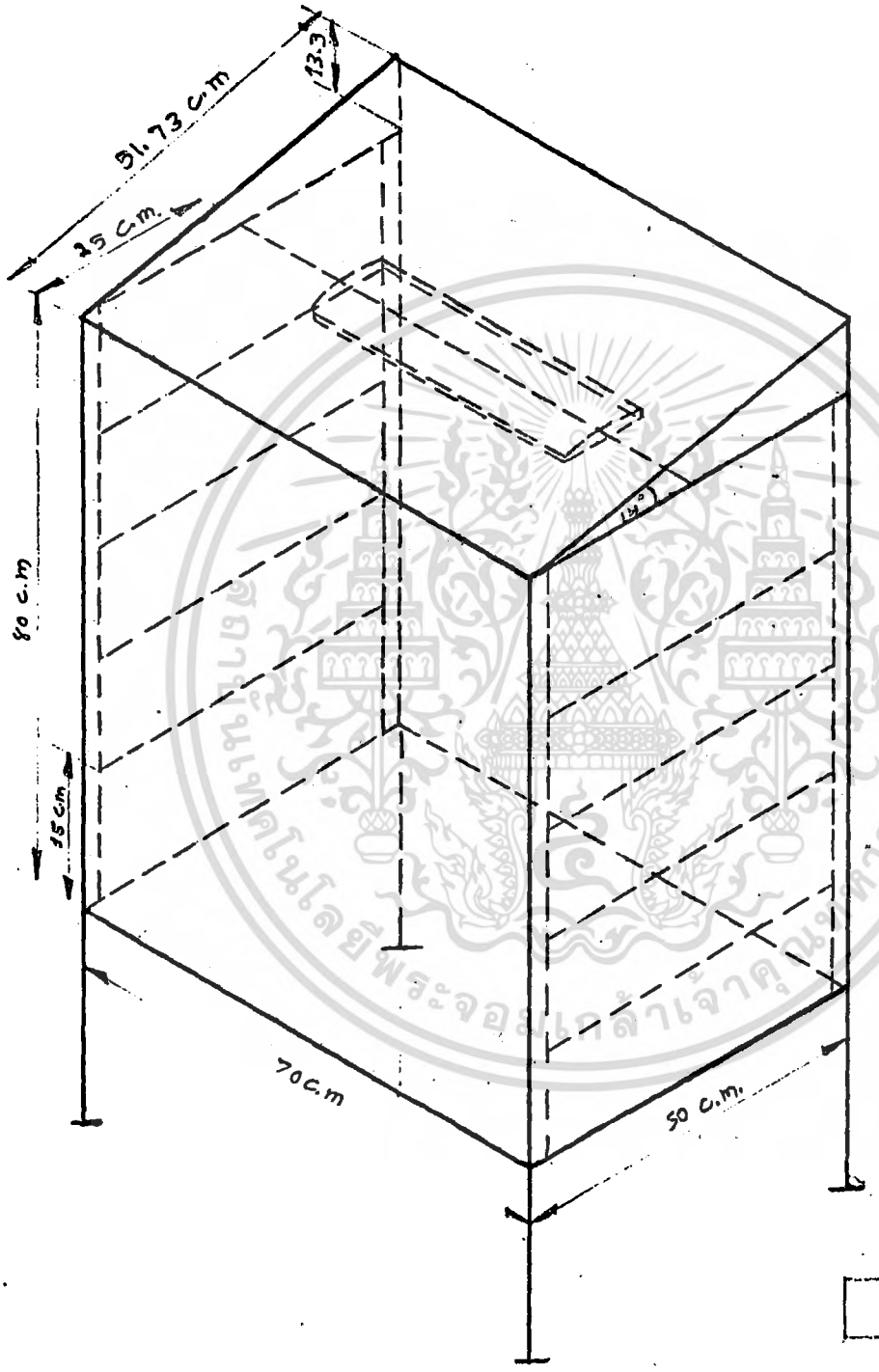
ตู้อบแห้ง

ตู้อบแห้งที่สร้างขึ้นมีความกว้าง 50 เซนติเมตร ยาว 70 เซนติเมตร สูง 80 เซนติเมตร ด้านหน้า 93.3 เซนติเมตร ด้านหลัง โครงสร้างเป็นเหล็กฉาก ภายในตู้อบมีร่องวางตะแกรงห่างกันช่องละ 15 เซนติเมตร ด้านหน้าของสามเหลี่ยมด้านบนติดกระจกหนา 0.5 เซนติเมตร ด้านข้าง ด้านบน ด้านล่างและด้านหลังที่เป็นประตูใช้ไม้อัด 0.60 ม.ม. ที่ส่วนบนของประตูติดพัดลมขนาด 4 นิ้ว 1 ตัว เพื่อใช้ระบายอากาศด้านล่างของตู้อบมีช่องให้อากาศจากภายนอกเข้ามาในตู้อบโดยเจาะเป็นรูกระจายอย่างสม่ำเสมอ หลอดอินฟราเรดและโคมจะติดที่ด้านบนของตู้

ในระหว่างการอบแห้ง หลอดอินฟราเรดจะแผ่รังสีอินฟราเรดออกมาทำให้โมเลกุลของวัตถุสั่นสะเทือน เกิดความร้อนขึ้นและพัดลมจะดูดเอาอากาศชื้นออกจากตู้อบ ดังนั้นภายในตู้จะเกิดการเคลื่อนไหวของอากาศซึ่งจะช่วยในการถ่ายเทความชื้นได้ดีขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

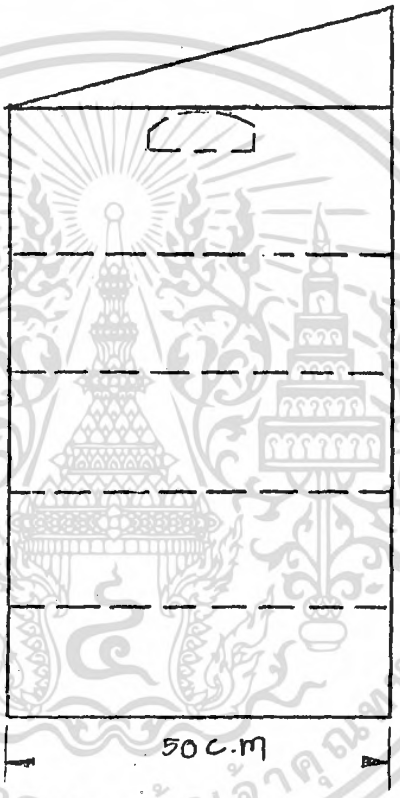
รูปที่ 1.7.1 โครงสร้างของตู้อบแห้ง



มาตราส่วน 10 : 1

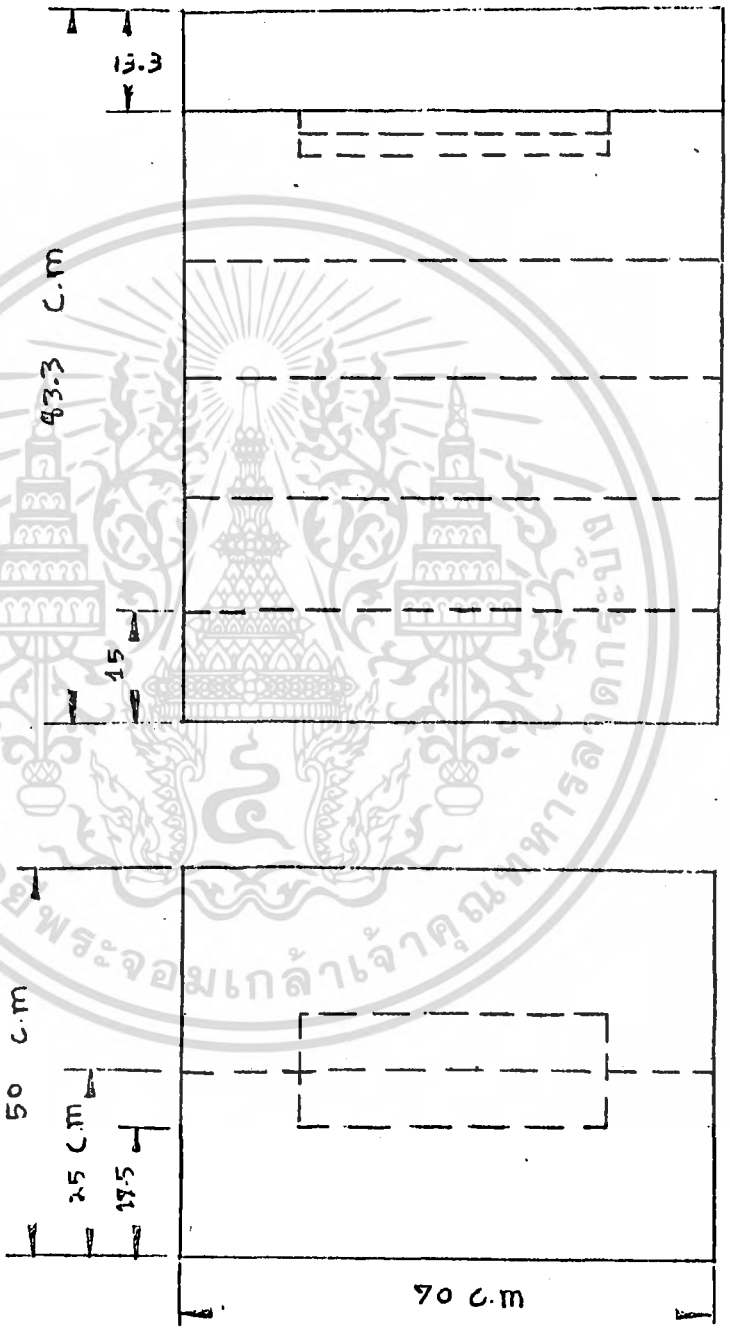
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 1.7.2 ด้านข้างของตู้อบแห้ง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 1.7.3 รูปด้านหน้าและด้านบนของตู้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัสดุอุปกรณ์

1) พริกสดสีแดงซึ่งมีขนาดใกล้เคียงกัน

2) เครื่องวัดอุณหภูมิแบบแสดงผลเป็นตัวเลข

3) เครื่องชั่งไฟฟ้า

4) หลอดอินฟราพารา รุ่น CS-250 , Ø 17 , 220 Volt , 500 watt

วิธีทดลอง

1) ลวกพริกสดในน้ำเดือด 3 นาที แล้วจึงแช่ในน้ำเย็นแล้วนำไปผึ่งลมให้สะเด็ดน้ำ

2) เปิดสวิทสตู้อบ ให้หลอดอินฟราพาราทำงาน 15 นาที ที่ 100% แรงเคลื่อนไฟฟ้า

3) นำพริกส่วนหนึ่งไปหาความชื้นเริ่มต้น

4) นำพริกที่เหลือมาแบ่งเป็น 2 ส่วน โดยส่วนหนึ่งทำแห้งโดยวิธีตากแดดอีกส่วนหนึ่งนำเข้าอบในตู้อบแห้งอินฟราเรด

5) ทำการเก็บตัวอย่างมาวัดอุณหภูมิ และชั่งน้ำหนักทุก ๆ 1 ชั่วโมง

6) ทำซ้ำในส่วนของการอบแห้งโดยตู้อบแห้งอินฟราพาราที่แรงดันเคลื่อน 50% , 80% , 70% Voltage

หมายเหตุ การหา % ความชื้นเริ่มต้นของพริก

1) นำตัวอย่างมาชั่งน้ำหนัก ใส่ใน

2) นำไปอบที่อุณหภูมิ 105 ℃ เวลา 5 ชั่วโมง แล้วทำให้เย็นใน Desigator. ชั่งน้ำหนักทันที

3) คำนวณน้ำหนักที่หายไป แล้วหาความชื้นในตัวอย่างโดย

$$\% \text{ ความชื้น (Wb.)} = \frac{(\text{น้ำหนักก่อนอบ} - \text{น้ำหนักแห้ง}) \times 100}{\text{น้ำหนักก่อนอบ}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

ตารางที่ 2 แสดง Voltage ที่ % ต่าง ๆ ของเครื่องควบคุมแรงดัน

เปอร์เซนต์	แรงดัน (V)
10	0
20	0
30	60
40	82
50	107
60	130
70	150
80	168
90	190
100	200

วัดตรงจากแหล่งกำเนิดได้ 205 Volt

การเก็บตัวอย่างพริกนั้น ได้เก็บตัวอย่าง 3 จุด แล้วนำค่าน้ำหนักมาเฉลี่ยกัน นำการชั่งหาน้ำหนักของตัวอย่างทุก 1 ชั่วโมง และวัดหาอุณหภูมิของพริกโดยใช้เครื่องวัดอุณหภูมิแบบเป็นตัวเลข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 แสดง % ความชื้นที่ลดลงของพริกชี้หนูเมื่อใช้แสงแดด
11 มกราคม 2532 9.30 น. – 16.40 น. ถึง
12 มกราคม 2532 9.30 น. – 12.30 น.

ชั่วโมง	% ความชื้น	ชั่วโมง	% ความชื้น
0	68.48	1	64.36
2	61.3	3	58.32
4	54.0	5	50.06
6	43.90	7	37.14
8	25.96	9	19.47
10	13.96		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 ค่าความชื้นของพริกขี้หนูในตู้อบแห้งที่ 100 % Voltage

ชั่วโมง	% ความชื้น	ชั่วโมง	% ความชื้น
0	68.48	1	60.04
2	49.14	3	38.21
4	28.41	5	15.26
6	8.82		

ตารางที่ 2.4 ค่าความชื้นของพริกขี้หนูในตู้อบที่ 90 % Voltage

ชั่วโมง	% ความชื้น	ชั่วโมง	% ความชื้น
0	74.6	1	69.58
2	63.88	3	58.21
4	49.84	5	41.77
6	33.72	7	24.14
8	17.03		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

96917

18

ตารางที่ 2.5 ความชื้นของพริกขี้หนูในตู้อบแห้งที่ 80 % Voltage

ชั่วโมง	% ความชื้น	ชั่วโมง	% ความชื้น
0	75.66	1	71.82
2	68.08	3	62.37
4	56.25	5	49.96
6	44.44	7	37.07
8	27.09		

ตารางที่ 2.6 ความชื้นของพริกขี้หนูในตู้อบแห้งที่ 70 % Voltage

ชั่วโมง	% ความชื้น	ชั่วโมง	% ความชื้น
0	74.30	1	71.887
2	68.706	3	66.66
4	64.077	5	61.425
6	58.692	7	55.946
8	52.431	9	49.302
10	46.276	11	42.44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

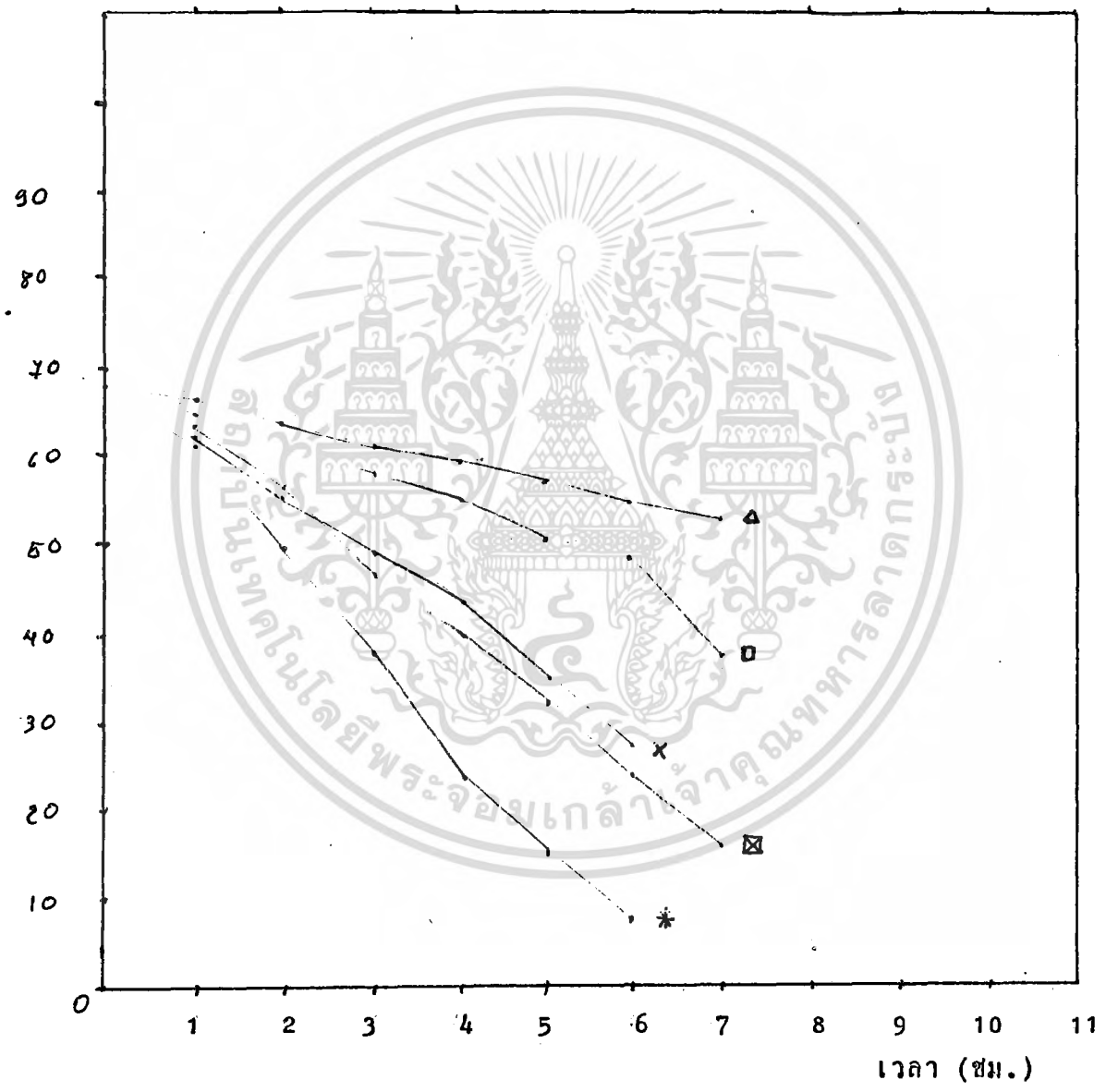
19

ตารางที่ 2.7 แสดงอุณหภูมิของพริกแห้งที่ระดับ Voltage ต่าง ๆ กัน

ชั่วโมง	เปอร์เซนต์ ต่าง (°c)			
	100	90	80	70
0	44.4	34.8	33.4	37.3
1	55.7	53.2	51.63	46.26
2	59.7	59.3	58.23	49.93
3	59.53	59.7	59.93	47
4	60.9	60.5	63.1	48.6
5	59.67	59.8	61.23	47.2
6	62.26	61.7	64.3	45.9
7		62.7	69	44.43
8		65.3	28.43	44.26
9				47.73
10				43.53
11				44.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.8 กราฟแสดงความชื้น ของพริกขี้หนูที่อบแห้งด้วยระดับแรงดันไฟฟ้าต่างๆ



□ ตากพริกขี้หนูแห้งด้วยแสงอาทิตย์

* อบพริกขี้หนูที่แรงเคลื่อนไฟฟ้า 100 %

⊠ อบพริกขี้หนูที่แรงเคลื่อนไฟฟ้า 90 %

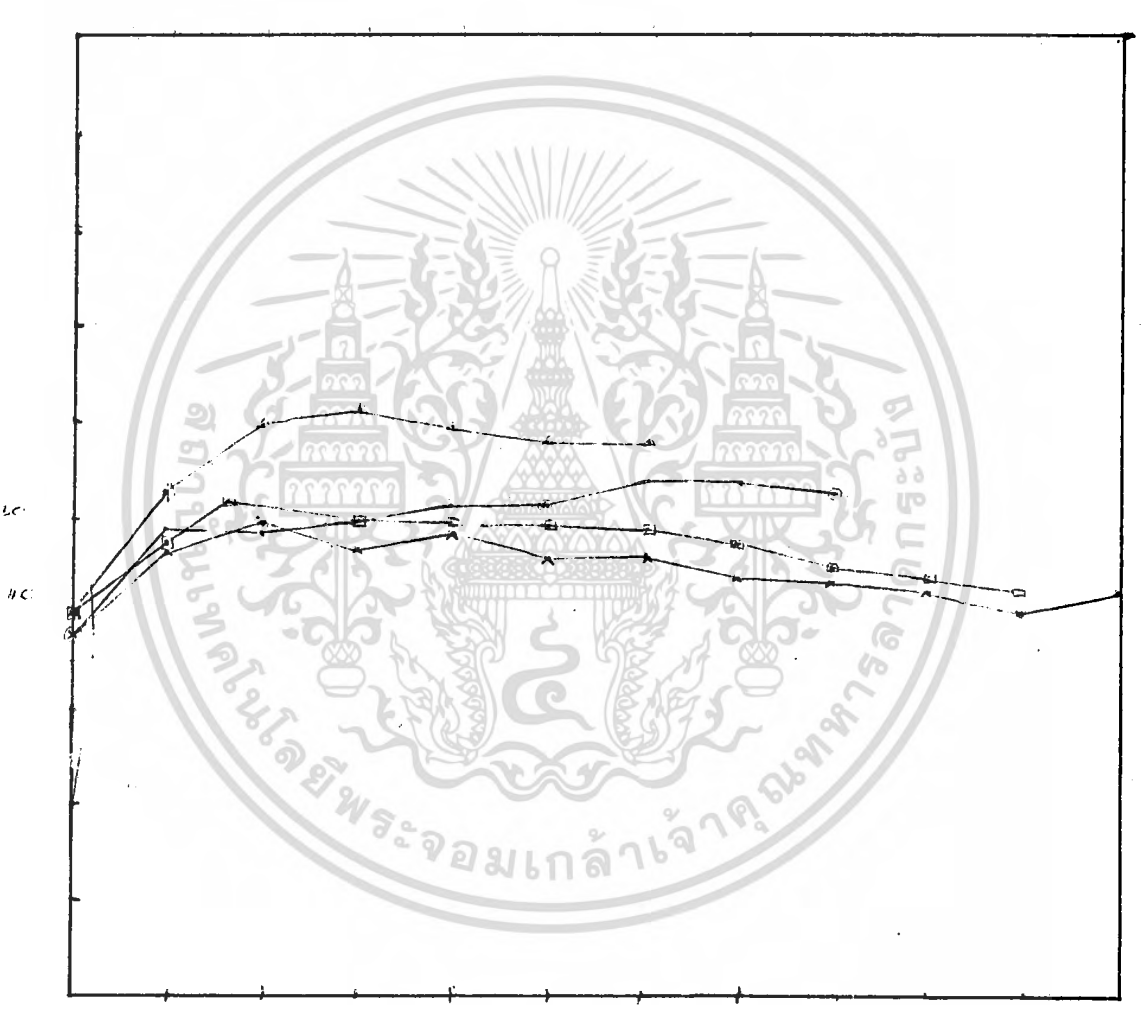
X อบพริกขี้หนูที่แรงเคลื่อนไฟฟ้า 80 %

△ อบพริกขี้หนูที่แรงเคลื่อนไฟฟ้า 70 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13687

รูปที่ 2.9 กราฟแสดงอุณหภูมิของพริกขี้หนูที่อบแห้งด้วยระดับแรงดันไฟฟ้าต่างๆ



Δ ที่แรงเคลื่อนไฟฟ้า 100 %

○ ที่แรงเคลื่อนไฟฟ้า 90 %

□ ที่แรงเคลื่อนไฟฟ้า 80 %

× ที่แรงเคลื่อนไฟฟ้า 70 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยี...ะจอมเกล้าลาดกระบัง

จากการทดลองอบแห้งพริกขี้หนูด้วยตู้อบแห้งอินฟราเรด ที่ระดับแรงดันไฟฟ้าต่าง ๆ เปรียบเทียบกับการตากแห้งพริกขี้หนูด้วยแสงแดด พบว่าวิธีทำแห้งด้วยแสงแดด พริกขี้หนูมีความชื้นเริ่มต้น 68.48 % และใช้เวลานาน 10 ชั่วโมง ถึงลดเปอร์เซนต์ความชื้นของพริกขี้หนูลงเหลือ 13.96 เปอร์เซนต์ ดังในตารางที่ 2.1 ลักษณะการแห้งของเม็ดพริกนั้น พริกจะค่อย ๆ แห้งเท่ากัน ทั้งเม็ดพริก พริกแห้งที่ได้ลักษณะที่ปรากฏมีลักษณะเนื้อไม่ค่อยใส สีเข้ม และมีสิ่งปลอมปน เวลาที่ใช้ในการทำแห้งนั้น

การอบแห้งในตู้อบรังสีอินฟราเรดที่แรงดันไฟฟ้า 100 % นั้น ใช้เวลาเพียง 6 ชั่วโมงในการที่ลดความชื้นจาก 68.48 % เหลือเพียง 8.82 % สำหรับที่ 90 % แรงดันไฟฟ้าใช้เวลา 8 ชั่วโมง ที่ลดความชื้นจาก 74.6 เหลือ 17.03% และที่ 80 % แรงดันไฟฟ้าใช้เวลา 8 ชั่วโมง ที่ลดความชื้นจาก 75.66 % เหลือ 27.09 % ที่ 70 % แรงดันไฟฟ้าใช้เวลา 11 ชั่วโมง ที่ลดความชื้นจาก 74.30 % เหลือ 42.44 % และเมื่อเขียนกราฟโดยที่ปรับให้ความชื้นเริ่มต้นที่จุดเดียวกัน พบว่า ที่ 80 % แรงดันไฟฟ้านั้น ยังมีประสิทธิภาพสูงกว่าการตากแห้งด้วยแสงอาทิตย์ แต่ที่ 70 % แรงดันไฟฟ้า ความสามารถในการระเหยความชื้นจะต่ำกว่าการตากแห้งด้วยแสงอาทิตย์มาก

อุณหภูมิของพริกแห้งในตู้อบแห้งอินฟราเรดที่แรงดันไฟฟ้าต่าง ๆ นั้น จะพบว่าที่ 100 % แรงดันไฟฟ้าอุณหภูมิไม่สูงมาก แต่ความเข้มของรังสีสูง ทำให้การระเหยของน้ำ มีอัตราระเหยเร็ว จึงทำให้ใช้เวลานาน ที่ 90 % และ 80 % แรงดันไฟฟ้า ใช้เวลานานขึ้น และอุณหภูมิสูงขึ้น ซึ่งอาจเป็นเพราะเวลาที่ใช้ในการอบแห้งนานจึงเกิดความร้อนสะสมในพริกแห้ง แต่ที่ 70 % แรงดันไฟฟ้า อุณหภูมิค่อนข้างต่ำ ซึ่งอาจจะเป็นเพราะความเข้มของรังสีไม่พอเพียงที่จะทำให้เกิดความร้อนในการระเหยน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

1. ระยะที่เหมาะสมสำหรับอบแห้งพริกชี้หนูถึงระยะ 30 เซนติเมตร จากวัตถุดิบอบแห้งถึงหลอดอินฟราเรด ซึ่งถ้าใกล้กว่านี้จะทำให้พริกมีอุณหภูมิสูง และเกิดการไหม้ได้ นอกจากนี้พื้นที่ในการรับรังสีจะน้อยลง ถ้าระยะห่างมากเกินไป ความเข้มของรังสีจะน้อย ความร้อนที่เกิดขึ้นในพริกมีค่าน้อย ทำให้การระเหยน้ำเกิดขึ้นน้อย

2. แรงดันไฟฟ้ามีผลต่อความเข้มของรังสี ถ้าลดแรงดันไฟฟ้าความเข้มของรังสีก็จะน้อยลง

3. ที่ 100 % แรงดันไฟฟ้านั้น ตู้อบแห้งอินฟราเรดจะอบแห้งพริกชี้หนูได้เร็วกว่าการตากแดดประมาณ 2 เท่า

4. อุณหภูมิของพริกชี้หนูขณะทำการอบแห้งสามารถควบคุมได้โดยควบคุมแรงดันไฟฟ้าที่ให้กับหลอดอินฟราเรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ

1. ตู้อบแห้งรังสีอินฟราเรดควรมีการออกแบบโครงสร้างใหม่ วัสดุที่ใช้ควรเป็นโครงเหล็ก ผนัง 2 ชั้น ชั้นในรองตู้ ทำจากอลูมิเนียมและควรมีฉนวนกันความร้อนระหว่างผนังด้านในกับผนังด้านนอก ส่วนผนังด้านนอกอาจใช้ไม้อัดก็ได้

2. ขนาดของตู้ ระยะที่เหมาะสมกับการอบแห้งของวัตถุจะอยู่ประมาณ 30 ซม. ดังนั้นตู้อบควรสร้างมีขนาดประมาณ 70 50 50 เซนติเมตร ซึ่งจะเหมาะสมกว่า

3. ควรติดหลอดกำเนิดรังสี 2 หลอด เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการอบแห้ง

4. ควรศึกษาการกระจายของความเข้มของรังสี เพื่อดูความสม่ำเสมอของรังสีภายในตู้อบ

5. ในปัญหาพิเศษนี้ได้เลือกพริกขี้หนูเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้อบแห้ง สำหรับผลิตภัณฑ์อื่นๆ ควรจะนำมาทดลองอบแห้งเพื่อศึกษาความเหมาะสมของเครื่องอบแห้งรังสีอินฟราเรดในการอบแห้งผลิตภัณฑ์ต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

เกษม ปราบริปูตลุง. ดร. 2525. การทำงานเป็นหน่วยในระบบการผลิตอาหาร 107–122 น.

เกษม ปราบริปูตลุง. ดร. 2526 การถ่ายโอนความร้อน คณะวิศวกรรมศาสตร์ ม. ขอนแก่น

นิรนาม. 1987. อินฟาเรด อีทเตอร์ เอกสารเผยแพร่อินฟาเรด อีทเตอร์ บ. แสงชัยมิเตอร์ จำกัด กรุงเทพฯ.

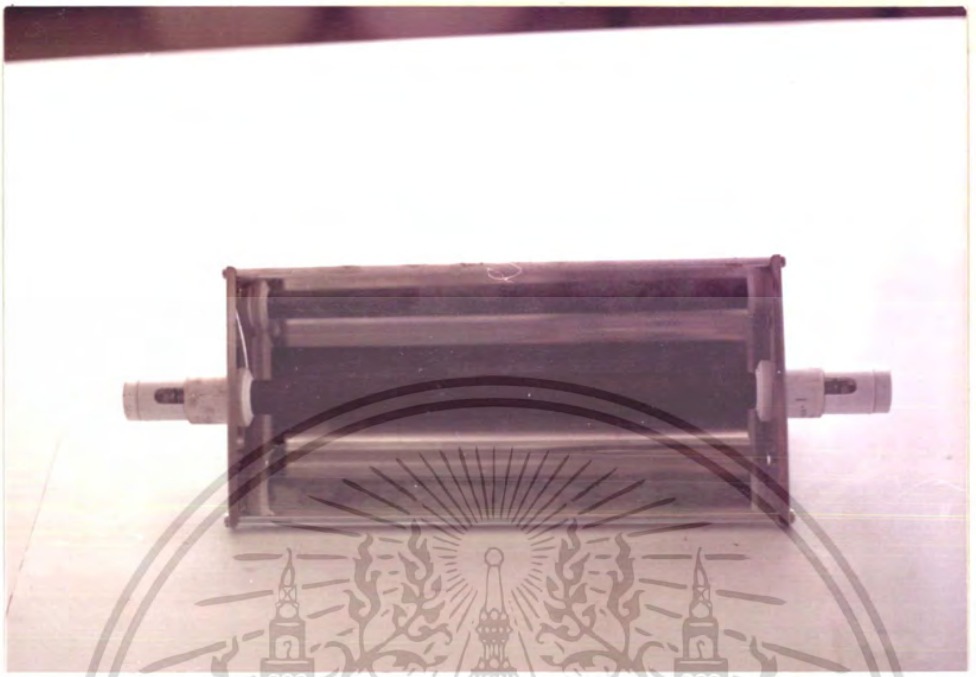
พันทิพา พงษ์เพียจันทร์. 2531. การพัฒนาตู้อบอินฟาเรดแบบประหยัด. วารสารเกษตร ปีที่ 4(2) กรุงเทพฯ 84–93 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.1 หลอดอินฟราเรด



รูปที่ 3.2 เครื่องควบคุมแรงดันไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.3 ด้านหลังตู้อบแห้ง

รูปที่ 3.4 ด้านหน้าตู้อบแห้ง

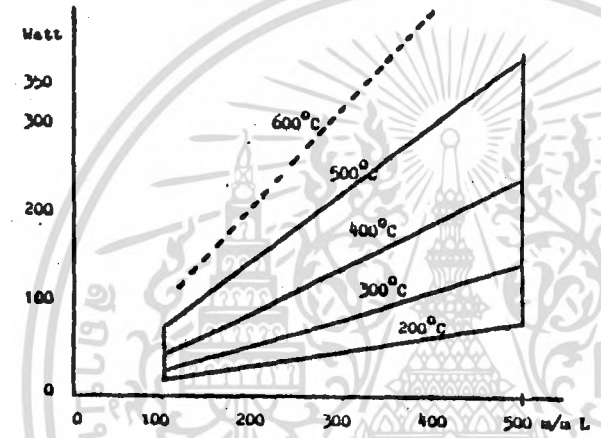
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.5 ภายในตู้อบแห้ง

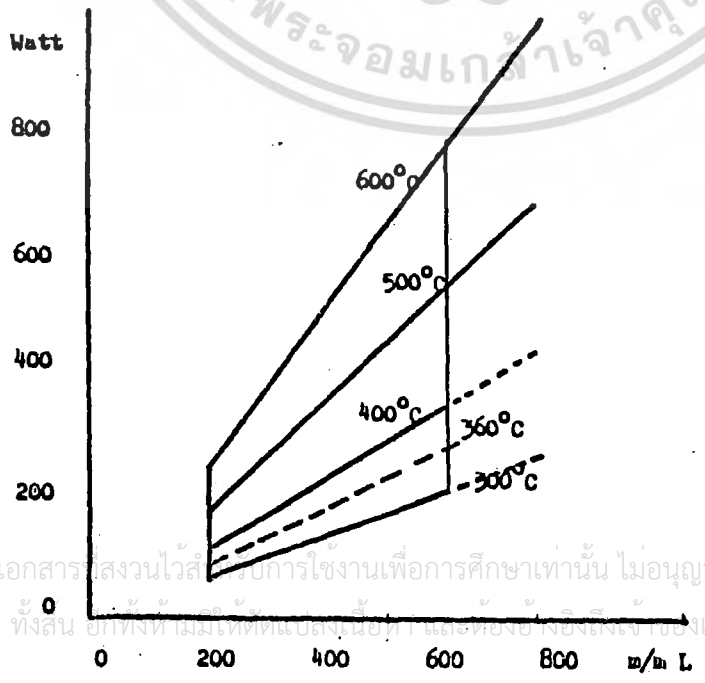
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.6 3.9 Recommended power for "INFRAPARA"

10 ϕ

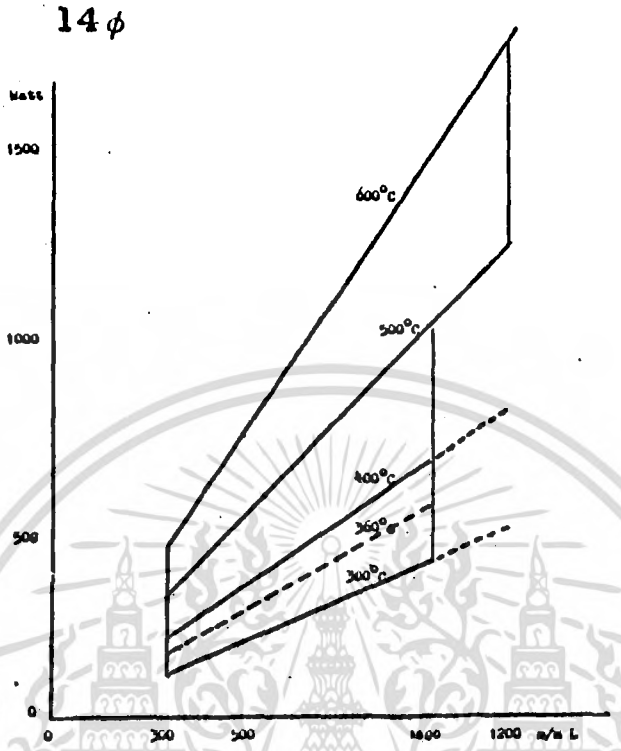


12 ϕ

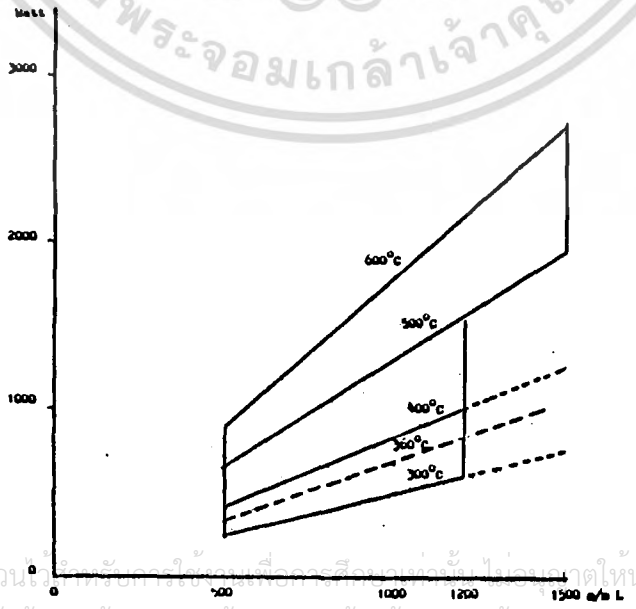


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ยกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14 ϕ

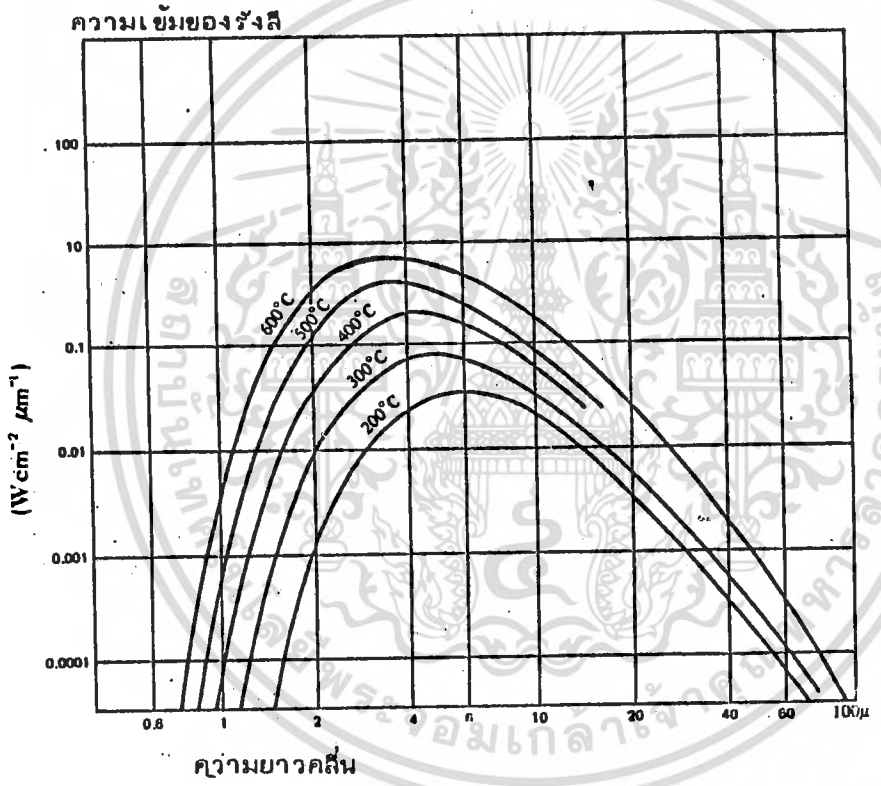


17 ϕ



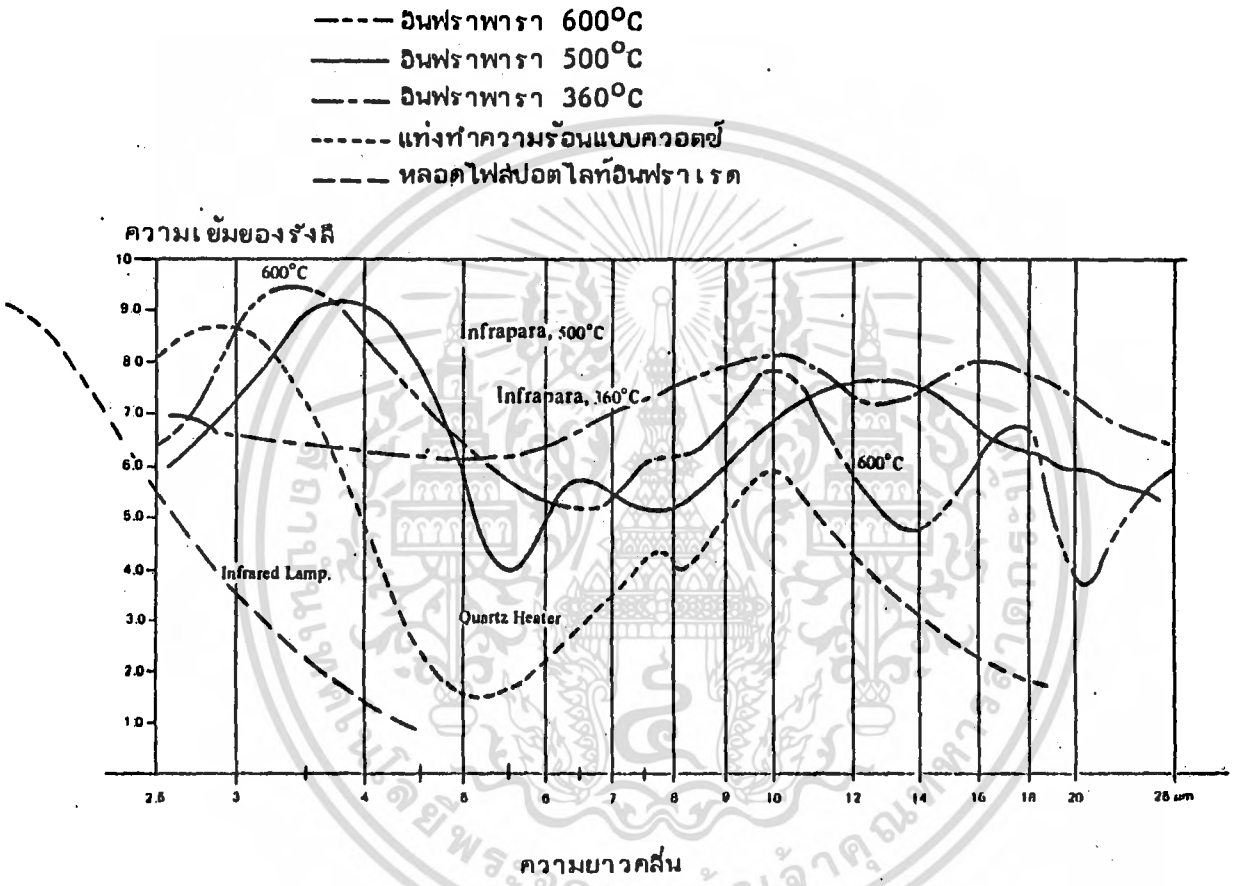
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.10 เส้นโค้งแสดงการกระจายรังสีของอินฟราเรดา แบล็คบอดี้ ที่อุณหภูมิต่างๆกัน



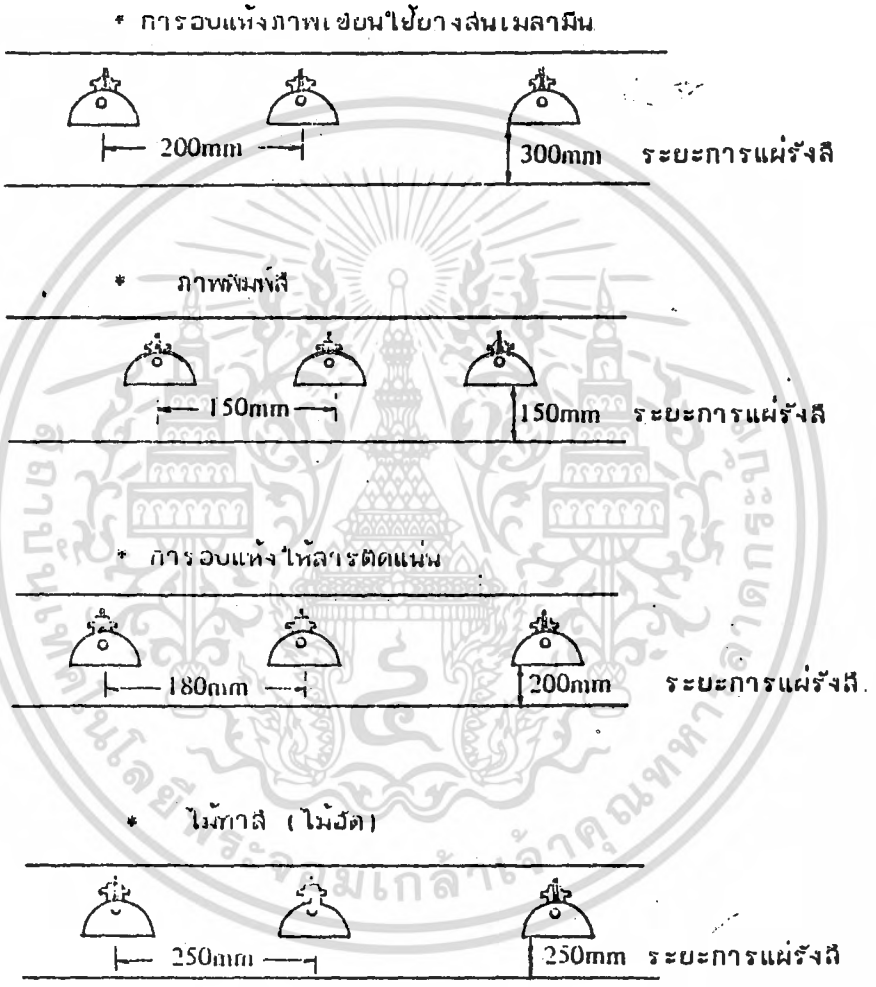
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.11 รังสีที่แผ่ออกจากแท่งความร้อน, อุณหภูมิที่ผิว, ความรุนแรงของพลังงานไฟฟ้าบนพื้นผิว,



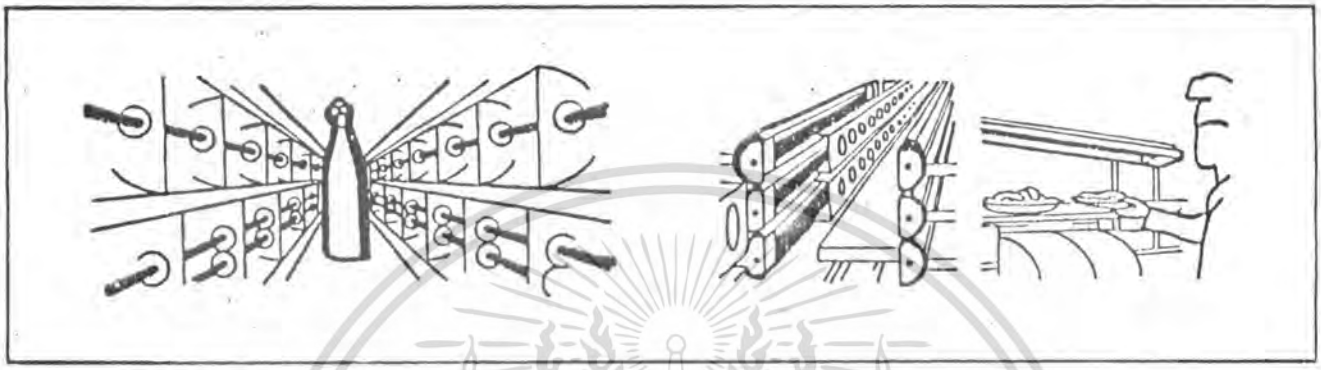
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

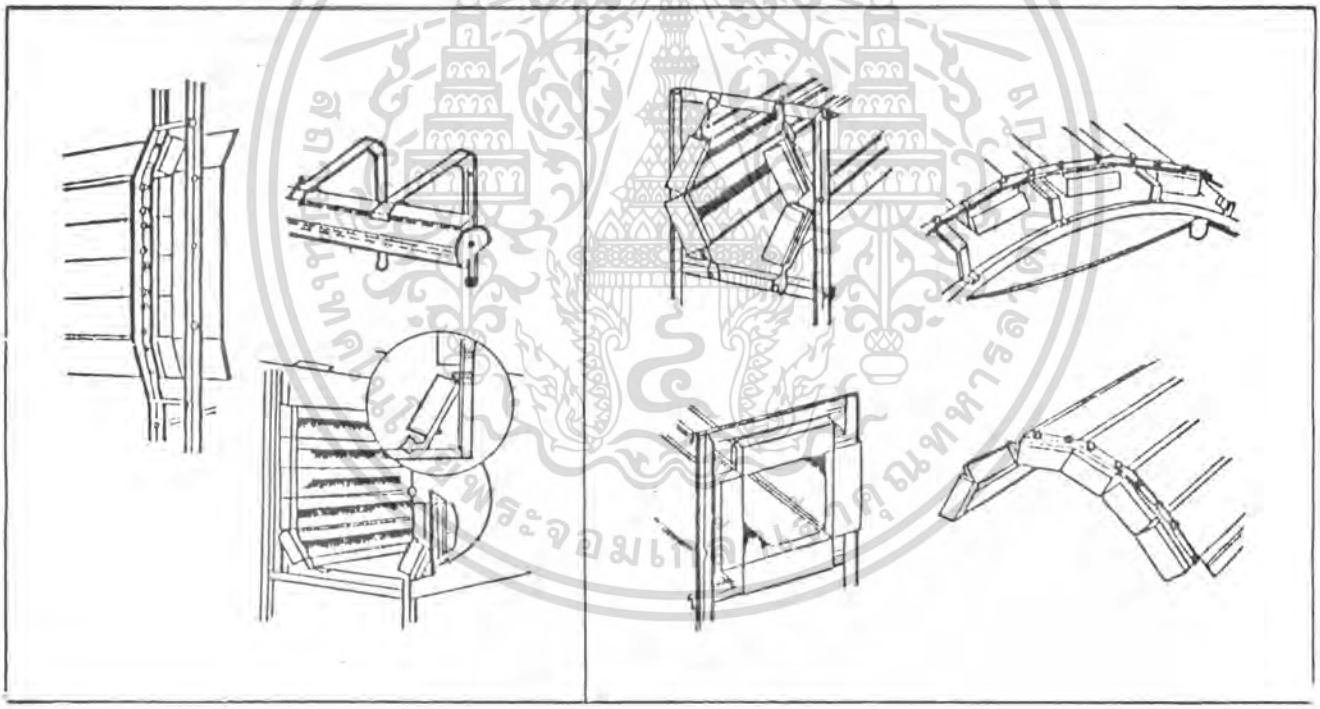
รูปที่ 3.12 ระยะห่างระหว่างแต่ละอันและระยะการแผ่รังสีจากโคมสะท้อนของอินฟราเรด ถึงวัตถุที่จะอบ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

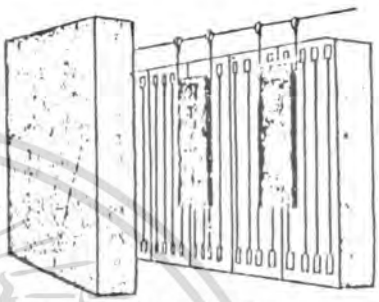
ตัวอย่างการติดตั้ง อินเตอร์เฟซ ในกิจการและลักษณะต่างๆกัน



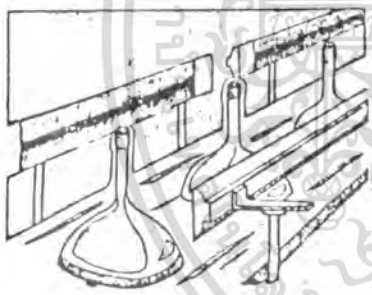


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

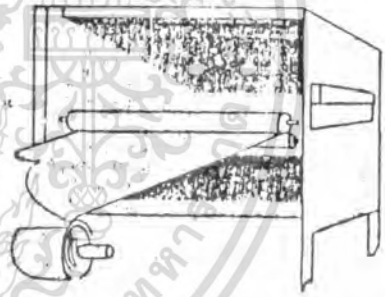
การอบอาหารที่บรรจุห่อซึ่งเคลื่อนไป
ตามสายพาน



เครื่องทำความร้อนแบบเป็นชุด
(ใช้Infrapara หลายอันเรียงเป็นแถว)
สำหรับอบวัสดุที่เป็นแผ่นบาง ๆ

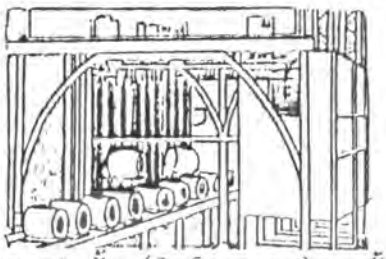


การให้ความร้อนเฉพาะจุด เช่น
บนหัวหลอดภาพ (Brown Tube)

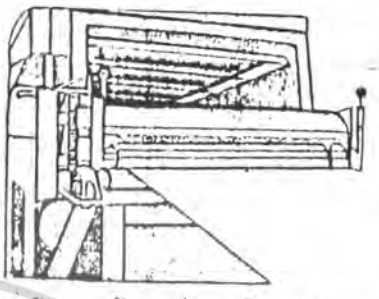


การอบวัสดุที่ถูกนำมาซ้อนกันเป็นเนื้อเดียวกัน

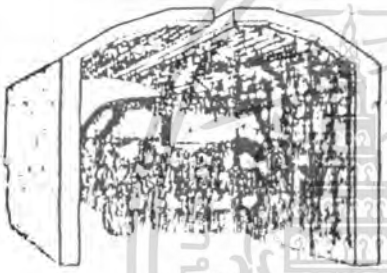
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



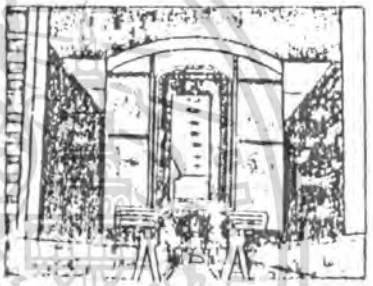
แสดงการติดตั้ง (Infrapara) แบบตั้ง
ใช้ในการให้ความร้อน, อบ, ละลาย
คราบน้ำมันในเครื่องจักรและกับชิ้นส่วนต่างๆ



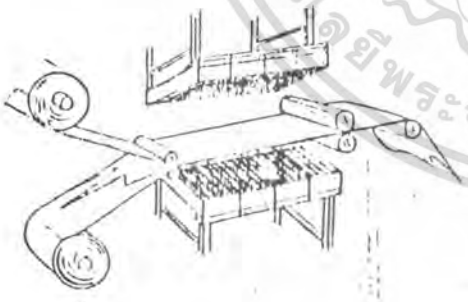
การให้ความร้อนแผ่นฟิลม์พลาสติก



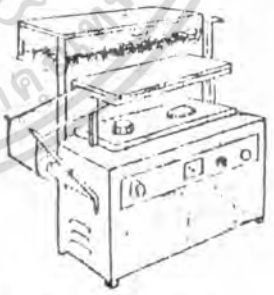
การอบสีพ่นรถ



เครื่องทำความร้อนแบบเคลื่อนย้ายได้
สำหรับอบสีพ่นรถบรรทุก

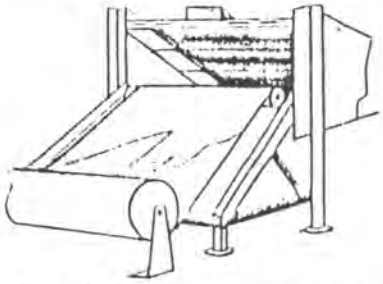


การอบวัสดุทั้ง 2 ด้านในกระบวนการ
ติดข้อนวัสดุเป็นเนื้อเดียวกัน

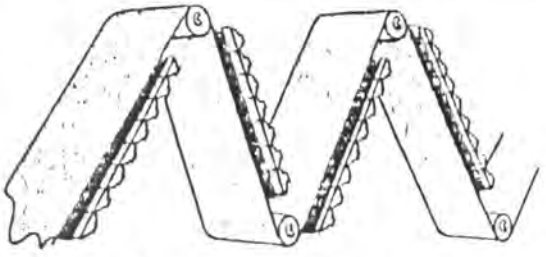


การให้ความร้อน และทำให้พลาสติกอ่อนตัว
ในสุญญากาศ

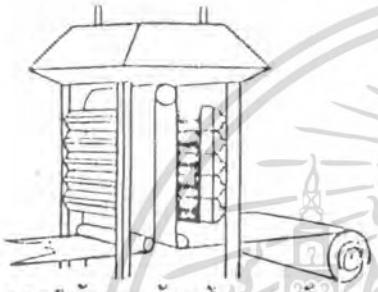
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



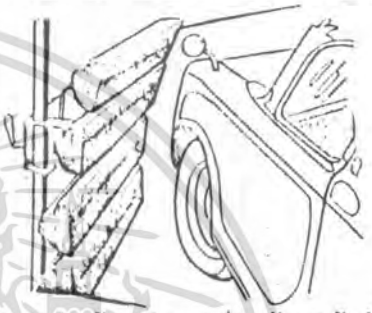
การอบสีย้อมให้แห้ง หรือ ในกระบวนการอบผ้า



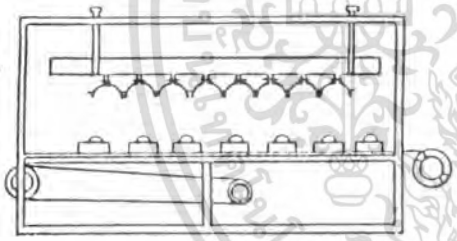
การให้ความร้อนสองด้านพร้อมกัน



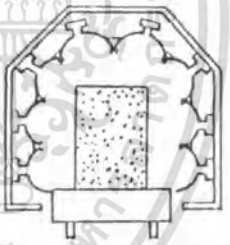
การให้ความร้อนซ้ำสองครั้ง



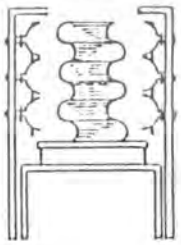
เครื่องทำความร้อนแบบเคลื่อนย้ายได้ใช้อบสีพ่นรถ



การให้ความร้อนจากด้านบนลงมา



การติดตั้งแบบอุโมงค์ คือ
ให้ความร้อนรอบทิศทาง



การให้ความร้อนสองด้าน

การติดตั้งในเตาอบแบบกลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้