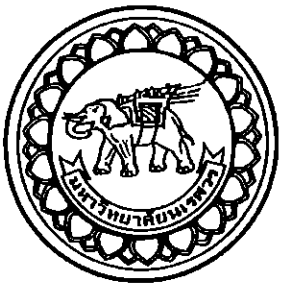


การออกแบบเตาพลังงานแสงอาทิตย์

SOLAR COOKERS DESIGN DEVELOPMENT

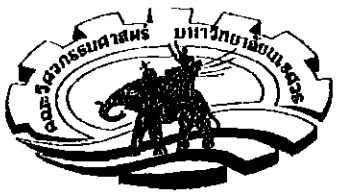
นายวรวัฒน์ แสนบุญรัตน์ รหัส 50364805

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 6 ส.ค. 2555
เลขทะเบียน 16111014
เลขเรียกหนังสือ ปร.
มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปร
จ ๒๓๓
๒๕๕๔

๒๕๕๔

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
ปีการศึกษา 2554



ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน การออกแบบเตาพลังงานแสงอาทิตย์

ผู้ดำเนินโครงงาน นายวรวัฒน์ แสนบุญรัตน์ รหัส 50364805

ที่ปรึกษาโครงงาน ดร. พรพิศุทธิ์ วรจิรันตน์

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

ปีการศึกษา 2554

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

.....ที่ปรึกษาโครงงาน
(ดร. พรพิศุทธิ์ วรจิรันตน์)

.....กรรมการ
(ผศ. ดร. สุชาติ แย้มเม่น)

.....กรรมการ
(ดร. สุพรรณนิกา วัฒนะ)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การออกแบบเตาพลังงานแสงอาทิตย์
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายวรวัฒน์ แสนบุญรัตน์ รหัส 50364805
ที่ปรึกษาโครงงาน	ดร. พรพิศุทธิ์ วรจิรันตน์
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2554

.....

บทคัดย่อ

โครงงานนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาวิเคราะห์ว่า เตาพลังงานแสงอาทิตย์แบบใดให้ประสิทธิภาพมากที่สุด ในโครงงานนี้ได้ออกแบบเตาพลังงานแสงอาทิตย์แบบกล่องและมีแผงสะท้อนแสงแบบพาราโบลิคแล้วทำการทดลองเพื่อนำผลการทดลองและความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการสร้างและพัฒนาเตาพลังงานแสงอาทิตย์ให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด

ผลจากการทดลองเตาพลังงานแสงอาทิตย์แบบกล่องที่ใช้แผงสะท้อนแสงแบบพาราโบลิคมีประสิทธิภาพไม่สูงนักแต่สามารถใช้งานได้ ตรงตามจุดประสงค์และเป้าหมายที่วางไว้ สามารถหุงต้มอาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพ สะอาด ไร้มลพิษ มีความแข็งแรงคงทนใช้งบประมาณน้อยและช่วยลดการใช้พลังงานภายในประเทศ

Project title	Solar Cookers Design Development
Name	Mr. Worawat Sanboonrat ID. 50364805
Project advisor	Ms. Ponpisut Worrajiran, Ph.D.
Major	Electrical Engineering
Department	Electrical and Computer Engineering
Acadamic year	2011

.....

Abstract

The objective of this work was to investigate designs of solar cookers and develope the most cost effective design. Previews studies suggested that Box solar cooker is inexpensive and easy to use, while Parabolic solar cooker is the most effective one. Accordingly, a box solar cooker with parabolic reflectors, which is a combination of those two solar cooker designs, is built and tested.

The results show that the efficiency this solar cooker is not high. However, it can cook reasonably well and lower a demand of energy from electricity.

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยความช่วยเหลือจากบุคคลหลายฝ่ายโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ขอขอบพระคุณ ดร. พรพิศุทธิ์ วรจิรันตน์ ที่ได้ให้แนวคิด ตลอดจนเสียสละเวลา ในการตรวจแก้ไข ข้อบกพร่องต่างๆ และวิทยาลัยพลังงานทดแทนที่ได้เอื้อเฟื้อสถานที่และให้ข้อมูลสภาพอากาศย้อนหลัง นอกจากนี้ผู้จัดทำโครงงานขอขอบพระคุณ คุณ สมานชัย นุกุลเสาวรักษ์ เจ้าหน้าที่ของวิทยาลัยพลังงานทดแทนที่ได้ให้ความอนุเคราะห์แนะนำให้ข้อมูลและช่วยเหลือในหลายๆด้านจนโครงงานสำเร็จลุล่วงไปได้ดี

ท้ายสุดนี้ ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และคณาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนให้ความรู้ ให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษาที่มีคุณค่า แก่ผู้จัดทำโครงงานด้วยดีเสมอมา

นาย วรวัฒน์ แสนบุญรัตน์

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์.....ก
บทคัดย่อภาษาไทย.....ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....ค
กิตติกรรมประกาศ.....ง
สารบัญ.....จ
สารบัญตาราง.....ช
สารบัญรูป.....ซ

บทที่ 1 บทนำ
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน.....1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน.....3
1.3 ขอบเขตของโครงงาน.....3
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงานและแผนการดำเนินงาน.....3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงงาน.....4
1.6 งบประมาณของโครงงาน.....4

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี
2.1 การทำเตาพลังงานแสงอาทิตย์ แบบเตาแผง.....5
2.2 การทำเตาพลังงานแสงอาทิตย์ แบบกล่อง.....8
2.3 การทำเตาพลังงานแสงอาทิตย์ แบบพาราโบลิค.....11
2.4 การปรุงอาหารและเวลาที่ใช้.....15
2.5 ผลงานวิจัยของการทดลองเตาพลังงานแสงอาทิตย์อื่นๆ.....16
2.6 สรุปข้อดีและข้อจำกัดของเตาพลังงานแสงอาทิตย์ทั้ง 3 แบบ.....21
2.7 การเปรียบเทียบวัสดุที่นำมาเป็นโครงสร้างและส่วนประกอบ.....22
2.8 การสะท้อนของแสง.....24
2.9 ฉนวนกันความร้อน.....25
2.10 หลักการคำนวณ จุดโฟกัสของเตาพลังงานแสงอาทิตย์และอื่นๆ.....27

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 การออกแบบและพัฒนาเตาพลังงานแสงอาทิตย์

3.1 อุปกรณ์ในการสร้างเตาพลังงานแสงอาทิตย์..... 32

3.2 หลักการเบื้องต้นในการสร้างเตาพลังงานแสงอาทิตย์..... 33

บทที่ 4 ผลการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 การศึกษาทดลองใช้งานในสภาพจริง..... 36

4.2 วิเคราะห์ผลการทดลอง..... 56

4.3 วิเคราะห์เปรียบเทียบกัน ทั้ง 4 กรณี..... 60

4.4 วิเคราะห์เปรียบเทียบกับการทดลองอื่นๆ..... 61

4.5 วิเคราะห์เปรียบเทียบการประหยัดพลังงาน..... 67

บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง..... 69

5.2 ข้อเสนอแนะ..... 71

เอกสารอ้างอิง..... 72

ภาคผนวก ก ตารางแสดงผลการทดลอง..... 74

ภาคผนวก ข รูปการสร้างและทดลองเตาพลังงานแสงอาทิตย์..... 88

ภาคผนวก ค ตารางแสดงข้อมูลความเข้มแสงอาทิตย์ (W/m^2)..... 94

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน..... 108

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 การเปรียบเทียบข้อดีและข้อจำกัดของเตาแบบแผง 7
2.2 การเปรียบเทียบข้อดีและข้อจำกัดของเตาแบบกล่อง 10
2.3 การเปรียบเทียบข้อดีและข้อจำกัดของเตาแบบพาราโบลิค 14
2.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการปรุงอาหารชนิดต่างๆด้วยเตาพลังงานแสงอาทิตย์ 15
2.5 ข้อมูลการทดลองของเตาแสงอาทิตย์รังสิต 2.1 16
2.6 ข้อมูลการทดลองของเตาแสงอาทิตย์รังสิต-3 17
2.7 ข้อมูลการทดลองของจานรวมแสงอาทิตย์แบบพาราโบลิคไม่ประกอบอาหาร 18
2.8 ข้อมูลการทดลองของจานรวมแสงอาทิตย์แบบพาราโบลิคประกอบอาหาร 18
2.9 ข้อมูลการทดลองของเตาอบพลังงานแสงอาทิตย์ 19
2.10 การสรุปข้อดีและข้อจำกัดของเตาพลังงานแสงอาทิตย์ทั้ง 3 แบบ 21
2.11 เปรียบเทียบวัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างของเตา 22
2.12 เปรียบเทียบวัสดุที่นำมาใช้ในการสะท้อนแสง 23
2.13 ข้อมูลของวัสดุที่นำมาใช้เป็นฉนวนกันความร้อน 25
2.14 คุณสมบัติและข้อมูลของชนิดวัสดุที่นำมาใช้เป็นฉนวนกันความร้อน 26
2.15 แบบการคำนวณระยะทั้งในแนวตั้งและแนวนอน 27
2.16 ค่าความจุความร้อนจำเพาะแต่ละแบบ 28
3.1 รายการวัสดุอุปกรณ์และราคาที่ใช้สร้างเตาพลังงานแสงอาทิตย์ 32
4.1 ก ข้อมูลการทดลองของจานรวมแสงอาทิตย์แบบพาราโบลิค 61
4.1 ข ข้อมูลของเตาแสงอาทิตย์แบบกล่องที่มีแผงสะท้อนแสงแบบพาราโบลิค 62
4.2 ก ข้อมูลการทดลองของการพัฒนาหม้อหุงข้าวพลังงานแสงอาทิตย์ 63
4.2 ข ข้อมูลของเตาแสงอาทิตย์แบบกล่องที่มีแผงสะท้อนแสงแบบพาราโบลิค 64
4.3 ก ข้อมูลการพัฒนาประสิทธิภาพของเตาหุงต้มพลังงานแสงอาทิตย์ 65
4.3 ข ข้อมูลของเตาแสงอาทิตย์แบบกล่องที่มีแผงสะท้อนแสงแบบพาราโบลิค 66

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

1.1 พลังงานหลักที่ใช้ในโลก 1
1.2 ความต้องการใช้พลังงานของประเทศไทย 2
2.1 แผงสะท้อนแสงบุด้วยอลูมิเนียมฟอยล์ 6
2.2 การนำหม้อปรุงอาหารใส่ถุงพลาสติก 6
2.3 การทำอาหารด้วยเตาพลังงานแสงอาทิตย์แบบเตาแผง 7
2.4 โครงสร้างภายในเตาแบบกล่อง 9
2.5 ตัวสะท้อนแสงอาทิตย์ไปยังเตาอบแบบกล่อง 9
2.6 การทำอาหารด้วยเตาพลังงานแสงอาทิตย์แบบกล่อง 10
2.7 ร่มที่ใช้ในการสร้างเป็นแผงพาราโบลิค 12
2.8 ตัดก้านร่มออก (แบบพาราโบลิค) 12
2.9 ขาตั้งกล้องที่ประกอบเข้ากับเหล็กปิ้งเพื่อใช้เป็นฐานวางหม้อ 13
2.10 การทำอาหารด้วยเตาพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลิค 13
2.11 ภาพ (ก) เตาแสงอาทิตย์รังสิต 2.1 ภาพ (ข) การปรุงอาหารด้วยเตาแสงอาทิตย์รังสิต 2.1 16
2.12 เตาแสงอาทิตย์รังสิต-3 ขณะทดลอง 17
2.13 เตาอบพลังงานแสงอาทิตย์ 19
2.14 ภาพแผงสะท้อนความร้อนจากกระจกเงา 20
2.15 ภาพ ลุงศิลา กำลังย่างไก่จากเตาพลังงานแสงอาทิตย์ 21
2.16 การสะท้อนปกติ 24
2.17 การสะท้อนกระจาย 24
2.18 ภาพแสดงกฎการสะท้อนแสง 24
2.19 ระยะห่างจากจุด origin (0,0) ทั้งในแนวตั้งและแนวนอน 27
3.1 ภาพจำลองโครงสร้างเตาพลังงานแสงอาทิตย์ 33
3.2 (ซ้าย) โครงสร้างเมื่อมองจากด้านข้างและ (ขวา) โครงสร้างเมื่อมองจากด้านบน 34
4.1 อุณหภูมิเฉลี่ยภายในหม้อและภายนอกหม้อ (เช้า) ไม่มีการประกอบอาหาร 36
4.2 อุณหภูมิเฉลี่ยภายในหม้อและภายนอกหม้อ (บ่าย) ไม่มีการประกอบอาหาร 37
4.3 การเพิ่มอุณหภูมิเฉลี่ยภายในหม้อและภายนอกหม้อ (เช้า) ไม่มีการประกอบอาหาร 37
4.4 การเพิ่มอุณหภูมิเฉลี่ยภายในหม้อและภายนอกหม้อ (บ่าย) ไม่มีการประกอบอาหาร 38
4.5 ค่าความเข้มแสงอาทิตย์ W/m^2 (เช้า) ไม่มีการประกอบอาหาร 38

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

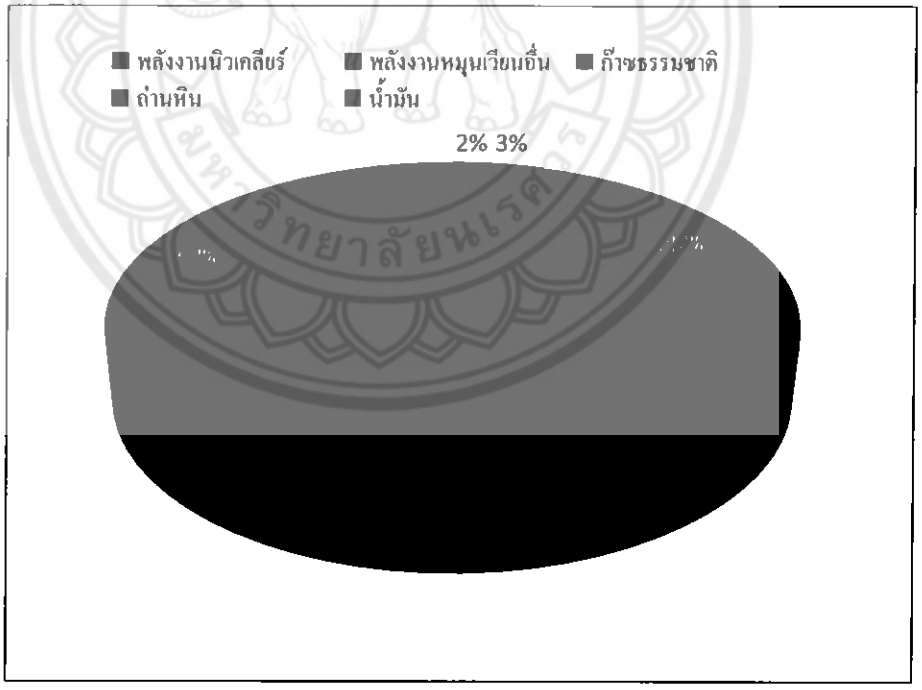
4.6 ค่าความเข้มแสงอาทิตย์ W/m^2 (บ่าย) ไม่มีการประกอบอาหาร 39
4.7 ประสิทธิภาพของเตาพลังงานแสงอาทิตย์ (เช้า) ไม่มีการประกอบอาหาร 39
4.8 ประสิทธิภาพของเตาพลังงานแสงอาทิตย์ (บ่าย) ไม่มีการประกอบอาหาร 40
4.9 อุณหภูมิเฉลี่ยภายในหม้อและภายนอกหม้อ (เช้า) ต้มน้ำเปล่า 600 มิลลิลิตร 41
4.10 อุณหภูมิเฉลี่ยภายในหม้อและภายนอกหม้อ (บ่าย) ต้มน้ำเปล่า 600 มิลลิลิตร 42
4.11 การเพิ่มอุณหภูมิเฉลี่ยภายในหม้อและภายนอกหม้อ (เช้า) ต้มน้ำเปล่า 600 มิลลิลิตร 42
4.12 การเพิ่มอุณหภูมิเฉลี่ยภายในหม้อและภายนอกหม้อ (บ่าย) ต้มน้ำเปล่า 600 มิลลิลิตร....43
4.13 ค่าความเข้มแสงอาทิตย์ W/m^2 (เช้า) ต้มน้ำเปล่า 600 มิลลิลิตร 43
4.14 ค่าความเข้มแสงอาทิตย์ W/m^2 (บ่าย) ต้มน้ำเปล่า 600 มิลลิลิตร 44
4.15 ประสิทธิภาพของเตาพลังงานแสงอาทิตย์ (เช้า) ต้มน้ำเปล่า 600 มิลลิลิตร 44
4.16 ประสิทธิภาพของเตาพลังงานแสงอาทิตย์ (บ่าย) ต้มน้ำเปล่า 600 มิลลิลิตร 45
4.17 อุณหภูมิเฉลี่ยภายในหม้อและภายนอกหม้อ (เช้า) หุงข้าวสาร ปริมาณ 400 กรัม 46
4.18 อุณหภูมิเฉลี่ยภายในหม้อและภายนอกหม้อ (บ่าย) หุงข้าวสาร ปริมาณ 400 กรัม. 47
4.19 การเพิ่มอุณหภูมิเฉลี่ยภายในหม้อและภายนอกหม้อ (เช้า) หุงข้าวสาร ปริมาณ 400 กรัม 47
4.20 การเพิ่มอุณหภูมิเฉลี่ยภายในหม้อและภายนอกหม้อ (บ่าย) หุงข้าวสาร ปริมาณ 400 กรัม....48
4.21 ค่าความเข้มแสงอาทิตย์ W/m^2 (เช้า) หุงข้าวสาร ปริมาณ 400 กรัม 48
4.22 ค่าความเข้มแสงอาทิตย์ W/m^2 (บ่าย) หุงข้าวสาร ปริมาณ 400 กรัม....49
4.23 ประสิทธิภาพของเตาพลังงานแสงอาทิตย์ (เช้า) หุงข้าวสาร ปริมาณ 400 กรัม. 49
4.24 ประสิทธิภาพของเตาพลังงานแสงอาทิตย์ (บ่าย) หุงข้าวสาร ปริมาณ 400 กรัม....50
4.25 อุณหภูมิเฉลี่ยภายในหม้อและภายนอกหม้อ (เช้า) อบเนื้อไก่ 150 กรัม....51
4.26 อุณหภูมิเฉลี่ยภายในหม้อและภายนอกหม้อ (บ่าย) อบเนื้อไก่ 150 กรัม. 52
4.27 การเพิ่มอุณหภูมิเฉลี่ยภายในหม้อและภายนอกหม้อ (เช้า) อบเนื้อไก่ 150 กรัม 52
4.28 การเพิ่มอุณหภูมิเฉลี่ยภายในหม้อและภายนอกหม้อ (บ่าย) อบเนื้อไก่ 150 กรัม....53
4.29 ค่าความเข้มแสงอาทิตย์ W/m^2 (เช้า) อบเนื้อไก่ 150 กรัม 53
4.30 ค่าความเข้มแสงอาทิตย์ W/m^2 (บ่าย) อบเนื้อไก่ 150 กรัม 54
4.31 ประสิทธิภาพของเตาพลังงานแสงอาทิตย์ (เช้า) อบเนื้อไก่ 150 กรัม....54
4.32 ประสิทธิภาพของเตาพลังงานแสงอาทิตย์ (บ่าย) อบเนื้อไก่ 150 กรัม....55

บทที่ 1
บทนำ

เนื้อหาในบทนี้กล่าวถึงเรื่องที่มาและความสำคัญของโครงงาน วัตถุประสงค์ของโครงงาน ขอบข่ายของโครงงาน ขั้นตอนการดำเนินงาน ผลที่คาดว่าจะได้รับและงบประมาณที่ใช้ในการศึกษาและประยุกต์ใช้งาน เตาพลังงานแสงอาทิตย์

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

ปัจจุบันการใช้พลังงานของโลกยังคงพึ่งพิงเชื้อเพลิงฟอสซิลซึ่งเป็นพลังงานที่ใช้แล้วหมดไปเป็นพลังงานหลักได้แก่น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติและถ่านหินมีปริมาณรวมกันร้อยละ 95 อีกร้อยละ 2 มาจากพลังงานนิวเคลียร์ ส่วนที่เหลือร้อยละ 3 มาจากพลังงานหมุนเวียนอื่นๆหากโลกใช้พลังงานในอัตราที่เป็นอยู่ คาดการณ์ว่าโลกจะมีน้ำมันใช้ได้อีกเพียง 40 ปีเท่านั้นส่วนก๊าซธรรมชาติจะมีใช้ได้อีกเพียง 60 ปี และถ่านหินมีใช้ได้อีก 220 ปี



รูปที่ 1.1 พลังงานหลักที่ใช้ในโลก

ปัจจุบันมนุษย์ใช้ก๊าซธรรมชาติ หรือ Natural Gas (NG) ในหลายวัตถุประสงค์ เช่น ใช้ในการผลิต ไฟฟ้า ใช้ในอุตสาหกรรม การพาณิชย์ และเป็นเชื้อเพลิงในยานยนต์ ก๊าซที่มีความจำเป็นต่อการดำรงชีพของมนุษย์คือ ก๊าซปิโตรเลียมเหลวหรือก๊าซ LPG ใช้ในการหุงต้มโดยเฉพาะ

ประชาชนในเขตเมืองมีความจำเป็นต้องพึ่งพิงก๊าซชนิดนี้เพื่อหุงต้มอาหารทั้งสำหรับบ้านเรือน และร้านอาหาร ดังนั้น พลังงานจากดวงอาทิตย์อาจเป็นคำตอบที่ดีและเหมาะสมกับสภาพอากาศของประเทศไทยที่มีแดดร้อนทั้งปี ในการใช้ประโยชน์จากพลังงานแสงอาทิตย์ ข้อมูลจากกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงานกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมระบุว่า หากใช้พลังงานแสงอาทิตย์ที่ส่องลงมาบนพื้นที่ของประเทศไทยปริมาณหนึ่งในร้อยส่วนของพื้นที่ทั้งหมด สามารถได้รับพลังงานเทียบเท่ากับน้ำมันดิบประมาณ 7 ล้านตันต่อปี ในต่างประเทศมีการพัฒนาการใช้ประโยชน์จากพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานทางเลือกกันเป็นระยะเวลานานแล้ว ถึงแม้ว่าปัจจุบันพลังงานแสงอาทิตย์จะยังไม่สามารถทดแทนพลังงานฟอสซิลได้ก็ตาม แต่เชื่อว่าจะมีบทบาทมากขึ้นในโลกอนาคต

รูปที่ 1.2 ความต้องการใช้พลังงานของประเทศไทย

พลังงานแสงอาทิตย์สามารถนำมาผลิตเป็นกระแสไฟฟ้าเพื่อใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ ในสำนักงานและบ้านเรือน หรือแม้แต่ใช้ในการขับเคลื่อนยานยนต์ถูกนำมาผลิตความร้อนเพื่อใช้ทำน้ำร้อนน้ำอุ่นในบ้านเรือนและโรงงานอุตสาหกรรม พลังงานแสงอาทิตย์สามารถนำมาใช้หุงต้มอาหารได้โดยตรง การปรุงอาหารด้วยแสงแดดเป็นวิธีที่ง่าย และสะดวก ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี เช่น ใช้กระจกหรือแผ่นสะท้อนแสงหลายๆ แผ่นสะท้อนแสงแดด แล้วส่องไปที่อาหารเพื่อใช้ต้มหรือใช้ย่างอาหาร และในโครงงานนี้ได้ทำการศึกษาวิธีสร้างเตาทั้งหมด 3 วิธีเพื่อประกอบอาหารและใช้แสงแดดให้เกิดประโยชน์เพื่อช่วยประหยัดพลังงาน

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. เพื่อศึกษาวิเคราะห์ว่าเตาพลังงานแสงอาทิตย์แบบใดให้ประสิทธิภาพมากที่สุด
2. เพื่อนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการสร้างเตาพลังงานแสงอาทิตย์

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

สร้างเตาหุงต้มพลังงานแสงอาทิตย์ ขนาด กว้าง 30 ซม. ยาว 36 ซม. สูง 30 ซม. หุงต้มอาหารได้ 2.25 ลิตร อย่างมีประสิทธิภาพจากวัสดุ ราคาถูก หาง่าย สะดวกต่อการใช้งาน

1.4 ขั้นตอนและแผนการดำเนินงาน

รายละเอียด	ปี 2553			ปี 2554		
	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
1. ศึกษาทฤษฎีของการสร้างเตาพลังงานแสงอาทิตย์	←	—	→			
2. ศึกษาข้อมูลชนิดต่างๆและทำการทดลองโดยใช้เตาพลังงานแสงอาทิตย์			←	—	→	
3. ทดลองและพัฒนาการสร้างเตาพลังงานแสงอาทิตย์ให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด				←	—	→
4. จัดทำปริญญานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์						← →

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงงาน

1. สามารถสร้างเตาพลังงานอาทิตย์แบบพื้นฐานได้
2. สามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันและต่อยอดความรู้กับองค์กร
3. สามารถนำความรู้ที่ไปประยุกต์ใช้งานและพัฒนาชิ้นงานให้เกิดประโยชน์สูงสุด
4. เพื่อศึกษาการใช้พลังงานทดแทนให้เกิดประโยชน์มากที่สุด

1.6 งบประมาณ

1. ค่าถ่ายเอกสารและค่าเข้าเล่มปริญญานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์	300	บาท
2. ค่าพิมพ์เอกสาร	150	บาท
3. ค่าวัสดุโครงงาน	550	บาท
รวมเป็นเงินทั้งสิ้น (หนึ่งพันบาทถ้วน)	1,000	บาท

หมายเหตุ: ถัวเฉลี่ยทุกรายการ

มหาวิทยาลัยนเรศวร

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎี

เนื้อหาในบทที่ 2 กล่าวถึงเรื่องทฤษฎีเบื้องต้นของการสร้างเตาพลังงานแสงอาทิตย์แบบต่างๆ รวมถึงอธิบายหลักการและยกตัวอย่างการทำชิ้นงาน

2.1 การทำเตาพลังงานแสงอาทิตย์แบบเตาแผง (Panels Cookers) [16, 17]

2.1.1 อุปกรณ์ในการสร้าง

-แผ่นพลาสติก ฟิวเจอร์บอร์ด หรือกระดาษลูกฟูก ขนาด 1× 0.5 เมตร
-อลูมิเนียมฟอยล์
-มีด กาว กรรไกร
-ถุงพลาสติกขนาดเอาหม้อลงไปใส่ได้
-หม้อ
-สเปรย์พ่นสีดำ

2.1.2 หลักการทำงาน

เมื่อแดดส่องมายังแผงรับแสงจะเกิดการสะท้อนแสงไปยังหม้ออลูมิเนียมที่บรรจุอาหารอยู่ภายในทำให้เกิดความร้อนขึ้น หม้ออลูมิเนียมซึ่งเป็นโลหะที่นำความร้อนได้ดีและถูกพ่นสีดำจะดูดความร้อนแพร่กระจายไปทั่วหม้อและส่งผ่านไปที่อาหารที่อยู่ภายใน ความร้อนส่วนหนึ่งถูกระบายออกจากผิวของหม้อแต่ไม่สามารถระบายออกด้านนอกได้เนื่องจากมีถุงพลาสติกปิดกั้นไว้ทำให้เกิดความร้อนสะสม จนทำให้อาหารที่อยู่ภายสุกได้ หลักการนี้เป็นหลักการเดียวกันกับปฏิกิริยากรีน-เฮาส์เอฟเฟค ที่ทำให้โลกร้อนขึ้นนั้นเอง

2.1.3 เหตุผลที่เลือกใช้อุปกรณ์แต่ละชนิด

อลูมิเนียมฟอยล์

อลูมิเนียมฟอยล์เป็นวัสดุสำคัญในการสร้างเตาพลังงานแสงอาทิตย์แบบเตาแผง มีหลายวัสดุที่สามารถสะท้อนแสงได้ดี เช่น กระจกเงา คาร์บอนสติล รวมไปถึงโลหะบางชนิด แต่ที่เลือกอลูมิเนียมฟอยล์เพราะว่า การสร้างเตาพลังงานแสงอาทิตย์แบบเตาแผงต้องการ น้ำหนักที่เบา สามารถดัดแปลงตัดแต่งตัวสะท้อนแสงให้เข้ากับการออกแบบ ของผู้ออกแบบ ซึ่งกระจกเงาและโลหะชนิดอื่น ขาด ความยืดหยุ่น จึงยากต่อการดัดตกแต่งให้เป็นรูปทรงตามการออกแบบ และ

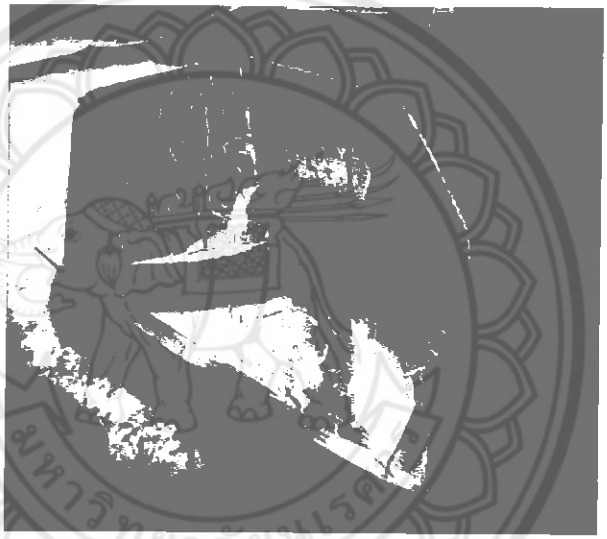
อลูมิเนียมฟอยล์นั้นมีน้ำหนักเบาหาได้ง่ายตามท้องตลาด สะดวกในการใช้งาน และยังให้ค่าความร้อนในการสะท้อนแสงดีระดับหนึ่งด้วย เหมาะในการทำเตาพลังงานแสงอาทิตย์ อย่างง่าย

หม้อสีดำ

ภาชนะที่ใช้ใส่อาหารควรทำจากโลหะที่นำความร้อนได้ดี เช่น เงิน,ทองแดงหรืออลูมิเนียม และผิวด้านนอกต้องพ่นหรือทาด้วยสีดำ ซึ่งควรใช้สีดำด้านเพราะดูดความร้อนได้ดี

ถุงพลาสติก

ถุงพลาสติกต้องเป็นถุงพลาสติกขนาดเอาหม้อลงไปใส่ได้ หรือ อาจจะเป็นแก้วที่มีขนาดใหญ่กว่าหม้อ ทั้งนี้วัสดุเหล่านี้ทำหน้าที่เก็บความร้อน



รูปที่ 2.1 แผงสะท้อนแสงบุด้วยอลูมิเนียมฟอยล์ [16, 17]

รูปที่ 2.2 การนำหม้อปรุงอาหารใส่ถุงพลาสติก [17]

รูปที่ 2.3 การทำอาหารด้วยเตาพลังงานแสงอาทิตย์แบบเตาแผง [16, 17]

ตารางที่ 2.1 การเปรียบเทียบข้อดีและข้อจำกัดของเตาแบบแผง

ข้อดี	ข้อจำกัด
ไม่เป็นมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม	ต้องขึ้นอยู่กับดินฟ้าอากาศ
ประหยัดพลังงาน	ใช้เวลานานในการทำความร้อน
ประหยัดเงิน	ไม่สะดวกในการปรุงอาหาร
น้ำหนักเบาสามารถพับเก็บและขนย้ายได้	

หมายเหตุ

-ในวันที่มีแสงแดดช่วงเวลาที่เหมาะสมในการใช้งานเตาแสงอาทิตย์คือ 9.00-17.00 น.

-ถ้าเป็นธัญพืชหรือผักต้องใส่น้ำจะทำให้สุกเร็ว

-การอบขนมปังหรือเค้กควรทาน้ำมันที่หม้อเพื่อป้องกันแป้งติดหม้อ

-อาหารที่ทำจากเนื้อสัตว์ไม่ต้องใส่น้ำและควรทำให้มีชิ้นบางๆเพื่อให้สุกง่าย

-ภาชนะที่ใช้ใส่อาหารควรทำจากโลหะที่นำความร้อนได้ดี เช่น เงิน,ทองแดงหรืออลูมิเนียมและผิวด้านนอกต้องพ่นหรือทาด้วยสีดำ ซึ่งควรใช้สีดำด้านเพราะดูดความร้อนได้ดี

2.2 การทำเตาพลังงานแสงอาทิตย์แบบกล่อง (Box Cookers) [16, 18]

2.2.1 อุปกรณ์ในการสร้าง

-กล่องกระดาษ 2 ใบ กล่องใบในเล็กกว่ากล่องใบนอก 5 ซม.

-แผ่นอลูมิเนียมฟอยล์

-มีด กาว กรรไกร

-กระดาษแข็งหรือท่อพลาสติก

-แผ่นกระจกใสหรือแผ่นพลาสติกใส

-กระดาษฝอยหรือฟางแห้ง

-แผ่นโลหะเท่ากับพื้นที่ด้านในของกล่องใบใน

2.2.2 หลักการทำงาน

เตาแบบกล่อง ภายในมีผนัง 5 ด้าน มีคุณสมบัติเป็นฉนวนกันความร้อนที่สามารถกักเก็บความร้อนได้ส่วนด้านบนของกล่องปิดด้วยแผ่นกระจกใส เมื่อแสงแดดส่องผ่านกระจกเข้าไปในกล่องจะถูกดูดซับไว้ด้วยแผ่นรองรับแสงสีดำ และภาชนะใส่อาหารสีดำพลังงานแสงที่ถูกดูดซับเอาไว้จะเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน แต่พลังงานความร้อนเหล่านี้ จะถูกสะสมอยู่ภายในกล่องสี่เหลี่ยมเพราะผนังที่เป็นฉนวนกันความร้อน และกระจกใสปิดกั้นเอาไว้

2.2.3 เหตุผลที่เลือกใช้อุปกรณ์แต่ละชนิด

กล่องกระดาษ

โครงสร้างหลักของเตาใช้กล่อง 2 กล่องรูปร่างกล่องควรเป็นกล่องสี่เหลี่ยมพื้นผ้า เพราะสะดวกในการประกอบและติดตั้งส่วนประกอบอื่นๆ วัสดุของกล่องอาจจะเป็นไม้อัดหรือวัสดุอื่นๆ สาเหตุที่ใช้กล่องกระดาษ เพราะประหยัด มีน้ำหนักเบา

กระดาษฝอยหรือฟางแห้ง

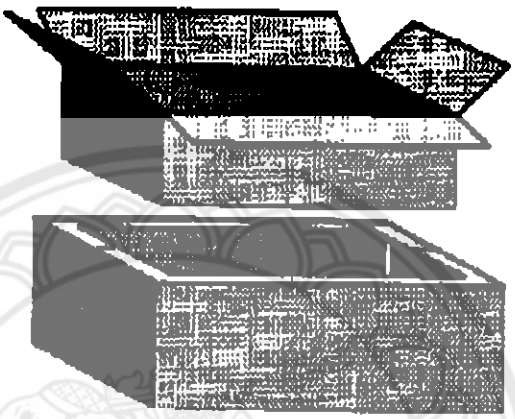
ฟางแห้ง กระดาษฝอย หรือเศษกระดาษเหลือใช้สามารถทำให้เกิดประโยชน์โดยกันตัดเป็นชิ้นเล็กๆนำมาเป็นฉนวนกันความร้อน ในการใช้กั้นระหว่างกล่องใบเล็กกับกล่องใบใหญ่ หรือ การนำฟางแห้งมาประยุกต์ใช้เป็นฉนวนก็สามารถทำได้ทั้งฟางแห้งและกระดาษฝอยมีคุณสมบัติที่คล้ายกัน คือน้ำหนักเบา หาได้ง่ายประหยัดเหมาะในการนำมาเป็นวัสดุ ในการสร้างเตาพลังงานแสงอาทิตย์แบบกล่อง

กระดาษแข็งหรือท่อพลาสติก

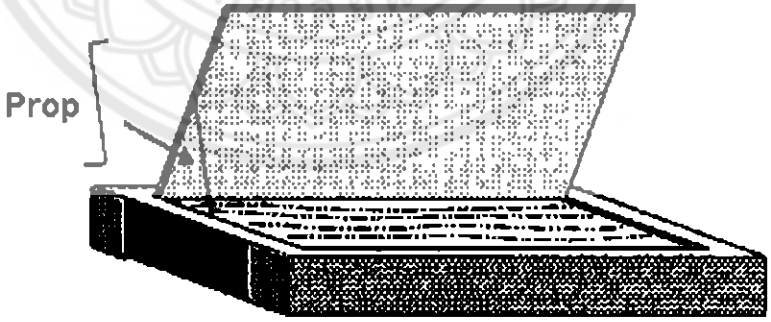
ใช้ในการทำเป็นขาตั้งของกล่องใบเล็กที่อยู่ข้างในเพื่อไม่ให้กล่องทั้งสองติดกันให้ระยะห่างระหว่างกล่องอยู่ที่ประมาณ 5-7 ซม. เพื่อใส่ชนวนกันความร้อนไม่ให้ความร้อนออกจากเตา

แผ่นโลหะ

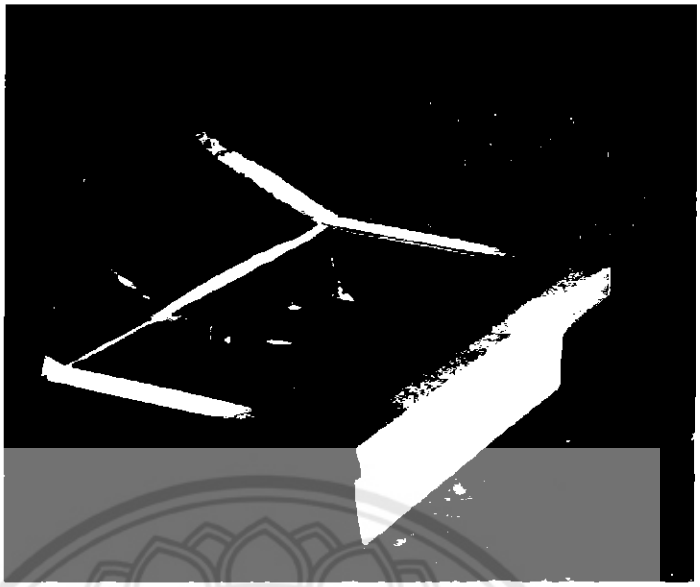
แผ่นโลหะ เช่น แผ่นเหล็กหรืออลูมิเนียมทาสีดำวางเป็นถาดที่พื้นที่ด้านในของกล่อง โดยหาเศษกระดาษแข็งมาหนุนให้มีช่องว่างระหว่างถาดโลหะกับพื้นที่อลูมิเนียมฟอยด์เล็กน้อย ถาดโลหะสีดำจะทำหน้าที่ถ่ายเทความร้อนไปยังหม้ออาหาร



รูปที่ 2.4 โครงสร้างภายในเตาแบบกล่อง [16, 18]



รูปที่ 2.5 ตัวสะท้อนแสงอาทิตย์ไปยังเตาอบแบบกล่อง [16, 18]



รูปที่ 2.6 การทำอาหารด้วยเตาพลังงานแสงอาทิตย์แบบกล่อง [16, 18]

ตารางที่ 2.2 การเปรียบเทียบข้อดีและข้อจำกัดของเตาแบบกล่อง

ข้อดี	ข้อจำกัด
ประหยัดพลังงาน	ต้องขึ้นอยู่กับดินฟ้าอากาศ
ไม่เป็นมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม	มีน้ำหนักมากกว่าเมื่อเทียบกับแบบ เตาแผง
มีความคงทนกว่าแบบ เตาแผง	ค่าใช้จ่ายในการทำสูงกว่าเมื่อเทียบกับ เตาแผง
สามารถให้ความร้อนและเก็บความร้อนได้ดี	

หมายเหตุ

-ในวันที่มีแสงแดดช่วงเวลาที่เหมาะสมในการใช้งานเตาแสงอาทิตย์คือ 9.00-17.00 น.

-ถ้าเป็นธัญพืชหรือผักต้องใส่น้ำจะทำให้สุกเร็ว

-การอบขนมปังหรือเค้กควรทาน้ำมันที่หม้อเพื่อป้องกันแป้งติดหม้อ

-อาหารที่ทำจากเนื้อสัตว์ไม่ต้องใส่น้ำและควรจะทำให้มีชิ้นบางๆเพื่อให้สุกง่าย

-ภาชนะที่ใช้ใส่อาหารควรทำจากโลหะที่นำความร้อนได้ดี เช่น เงิน,ทองแดงหรืออลูมิเนียมและผิวด้านนอกต้องพ่นหรือทาด้วยสีดำ ซึ่งควรใช้สีดำด้านเพราะจะดูดความร้อนได้ดี

2.3 การทำเตาพลังงานแสงอาทิตย์ แบบพาราโบลิค (Parabolic Cookers) หรือแบบรวมแสง [16, 19]

2.3.1 อุปกรณ์ในการสร้าง

-อลูมิเนียมเทปฟอยล์

-มีด กาว กรรไกร

-ขาตั้งกล้องที่ไม่ใช้งาน

-ร่มที่ไม่ใช้งาน

-เหล็กปิ้ง

-หม้อ และ สเปรย์พ่นสีดำ

2.3.2 หลักการทำงาน

เตาพลังงานแสงอาทิตย์แบบรวมแสง ตัวเตามีลักษณะเป็นกระทะใบใหญ่ๆ ที่ยึดอยู่กับฐานที่เป็นขาตั้ง ที่สามารถปรับมุมของกระทะเข้าหาดวงอาทิตย์ได้ ซึ่งมีลักษณะเหมือนกับจานดาวเทียม ด้านในจะติดกระจกสะท้อนแสง อลูมิเนียม หรือ แผ่นสะท้อนแสงเพื่อทำหน้าที่ สะท้อนแสงอาทิตย์ให้ไปรวมอยู่ในจุดเดียวกัน ในตำแหน่งเหนือตัวจาน ตำแหน่งนี้เรียกว่าจุดรวมแสง ซึ่งต้องนำเอากระทะหรือหม้อทำอาหารมาวางอยู่ในจุดนี้

2.3.3 เหตุผลที่เลือกใช้อุปกรณ์แต่ละชนิด

อลูมิเนียมเทปฟอยล์

อลูมิเนียมเทปฟอยล์เป็นที่นิยมใช้ เพราะมีประสิทธิภาพสูงในการยึดเกาะมากกว่าอลูมิเนียมฟอยล์ธรรมดา อลูมิเนียมฟอยล์ธรรมดา ไม่เหมาะในการนำมาเป็นตัวสะท้อนแสงของเตาประเภทพาราโบลิค เพราะตัวแผงพาราโบลิคนั้น มีการหุบเข้าพับเก็บหลังใช้งานการใช้อลูมิเนียมฟอยล์ธรรมดาจะทำให้เกิดรอยย่น หรือฉีกขาดแต่ อลูมิเนียมเทปฟอยล์เป็นเทปอลูมิเนียมฟอยล์ที่เคลือบด้วยกาวชนิดพิเศษและทนอุณหภูมิสูง จึงมีคุณสมบัติสามารถยึดเกาะกับชิ้นงานและวัสดุปิดผิวได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นวัสดุที่ไม่เสื่อมสภาพจึงคงสภาพการใช้งานได้ยาวนาน

ขาตั้งกล้องที่ไม่ใช้งาน และเหล็กปิ้ง

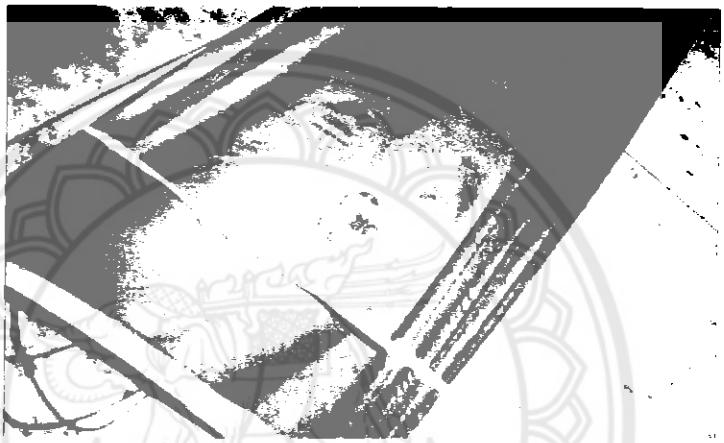
อุปกรณ์ชนิดนี้ สามารถดัดแปลงให้เป็นขาตั้งของหม้อในการปรุงอาหารเพราะสะดวกในการประกอบและปรับระดับ ส่วนเหล็กปิ้งนั้นใช้ติดกับขาตั้งกล้องเพื่อเป็นสะดวกในการวางหม้อและปรุงอาหาร

หม้อสีดำ

ภาชนะที่ใช้ใส่อาหารควรทำจากโลหะที่นำความร้อนได้ดี เช่น เงิน,ทองแดงหรืออลูมิเนียม และผิวด้านนอกต้องพ่นหรือทาด้วยสีดำ ซึ่งควรใช้สีดำด้านเพราะจะดูดความร้อนได้ดี

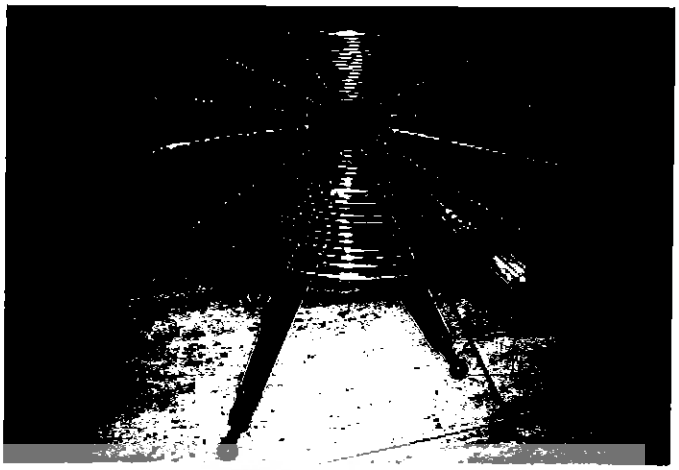
ร่มที่ไม่ใช้งาน

ร่มที่ไม่ได้ใช้งานหรือร่มเก่าสามารถนำมาดัดแปลงเป็นแผงสะท้อนแสงเพื่อสร้างความร้อนได้โดยการตัดด้ามของร่มออกแล้วติดเทปอลูมิเนียมฟอยล์ตามผิวของร่ม

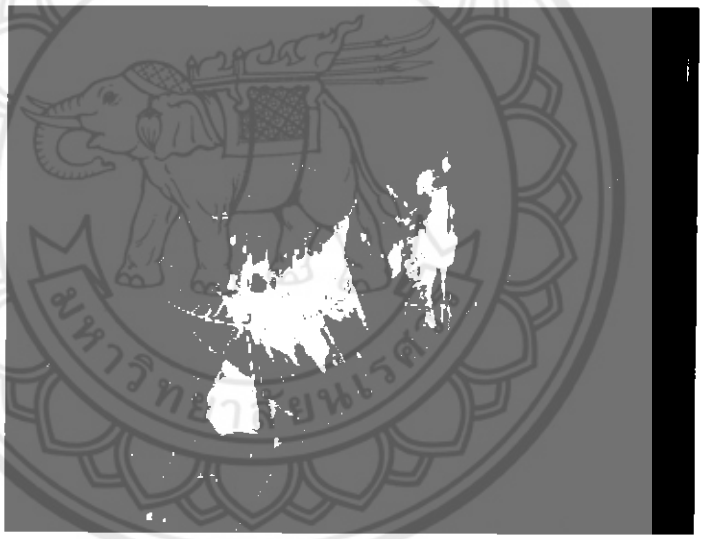


รูปที่ 2.7 ร่มที่ใช้ในการสร้างเป็นแผงพาราโบลิค [16, 19]

รูปที่ 2.8 ตัดก้านร่มออก (แบบพาราโบลิค) [16, 19]



รูปที่ 2.9 ขาตั้งกล้องที่ประกอบเข้ากับเหล็กปีนเพื่อใช้เป็นฐานวางหม้อ [16, 19]



รูปที่ 2.10 การทำอาหารด้วยเตาพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลิค [16, 19]

ตารางที่ 2.3 การเปรียบเทียบข้อดีและข้อจำกัดของเตาแบบพาราโบลิค

ข้อดี	ข้อจำกัด
ประหยัดพลังงาน	ต้องขึ้นอยู่กับดินฟ้าอากาศ
ไม่เป็นมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม	ไม่สะดวกในการปรุงอาหาร
มีความคงทนและประสิทธิภาพสูง	ค่าใช้จ่ายในการทำสูงกว่าเมื่อเทียบกับ ทุกแบบ

หมายเหตุ

-ในวันที่มีแสงแดดช่วงเวลาที่เหมาะสมในการใช้งานเตาแสงอาทิตย์คือ 9.00-17.00 น.

-ถ้าเป็นธัญพืชหรือผักต้องใส่น้ำจะทำให้สุกเร็ว

-การอบขนมปังหรือเค้กควรทาน้ำมันที่หม้อเพื่อป้องกันแป้งติดหม้อ

-อาหารที่ทำจากเนื้อสัตว์ไม่ต้องใส่น้ำและควรทำให้มีชิ้นบางๆเพื่อให้สุกง่าย

-ภาชนะที่ใช้ใส่อาหารควรทำจากโลหะที่นำความร้อนได้ดี เช่น เงิน,ทองแดงหรืออลูมิเนียมและผิวด้านนอกต้องพ่นหรือทาด้วยสีดำ ซึ่งใช้สีดำด้านเพราะจะดูดความร้อนได้ดี

2.4 การปรุงอาหารและเวลาที่ใช้

การปรุงอาหารด้วยเตาพลังงานแสงอาทิตย์ใช้เวลามากกว่าการปรุงด้วยการใช้ฟืน แก๊ส หรือไฟฟ้า ระยะเวลานั้นขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ฉะนั้นการปรุงอาหารด้วยเตาพลังงานแสงอาทิตย์อาจจะไม่เท่ากันพอดีทุกครั้ง แม้จะปรุงอาหารชนิดเดียวกัน แต่ข้อดีอย่างหนึ่งก็คือ การปรุงอาหารด้วยเตาพลังงานแสงอาทิตย์จะไม่ไหม้ จึงปลอดภัยหรือวางใจได้ที่จะตั้งอาหารที่จะปรุงไว้ในเตาแสงอาทิตย์ไว้นานจนเลยเวลาที่สุกแล้ว อาหารก็จะไม่ไหม้เหมือนการปรุงด้วยวิธีอื่นๆ

ปัจจัยที่มีผลต่อการทำอาหารด้วยเตาพลังงานแสงอาทิตย์

-ชนิดของอาหาร

-ปริมาณของอาหาร

-ชนิดของหม้อหรือภาชนะที่ใช้ปรุงอาหาร

-การออกแบบเตาและการผลิตที่สามารถเก็บความร้อนได้มิดชิดขนาดไหน

-อุณหภูมิภายนอก

-ตำแหน่งของเตาที่หันเข้าหาดวงอาทิตย์

การใช้เตาพลังงานแสงอาทิตย์ในการปรุงอาหารในประเทศไทยยังคงไม่เป็นที่รู้จักแพร่หลาย แต่มีข้อมูลอ้างอิงถึงเวลาที่ใช้ในการปรุงอาหารที่เป็นประสบการณ์จากการศึกษาของนาย คมสัน หุตะแพทย์[1]ที่ศึกษาข้อมูลจากหลายประเทศ โดยเฉพาะประเทศที่อยู่ในเขตร้อนคล้ายประเทศไทย โดยแบ่งประเภทของอาหาร ออกเป็น 3 จำพวกตามความยากง่ายในการสุก

ตารางที่ 2.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการปรุงอาหารชนิดต่างๆด้วยเตาพลังงานแสงอาทิตย์ [1]

ระดับความสุก	ระยะเวลา	ประเภทอาหาร
อาหารที่สุกง่าย	1-2 ชม.	ไก่ ไข่ ผัก ผลไม้ ข้าว เส้นก๋วยเตี๋ยว
อาหารที่สุกปานกลาง	3-4 ชม.	มะเขือเทศ ผักหัวหรือราก เมล็ด ขนมปัง
อาหารที่สุกยาก	5-8 ชม.	ซุบ สตู ถั่วเมล็ดแห้ง เนื้อสัตว์ อาหารปริมาณมากๆ หรือต้มน้ำปริมาณมากๆ

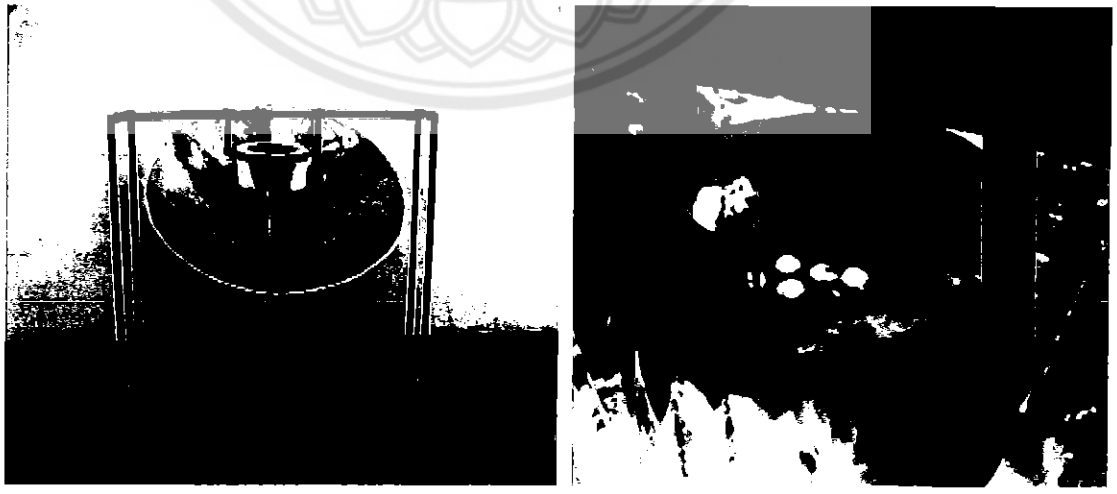
2.5 ผลงานวิจัยของการทดลองเตาพลังงานแสงอาทิตย์และตัวอย่างการนำไปส่งเสริมประกอบอาชีพ

2.5.1 โครงงานเตาแสงอาทิตย์รังสิต 2.1 ของมหาวิทยาลัยรังสิต [11]

เป็นการสร้างเตาพลังงานแสงอาทิตย์ แบบ Parabolic dish คือ การนำจานแบบพาราโบลิดมาเป็นจานรับแสง โดยความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์จะส่งมายังจานรับแสงแบบพาราโบลิดแล้วสะท้อนไปจุดรวมแสงที่จุดนี้จะมีอุณหภูมิสูงมาก ในการทดลองหุงข้าวที่เวลา 12.30 นาฬิกา พบว่าเตาขนาด1.50 เมตร ใช้เวลาในช่วง 20-25 นาที ข้าวจึงสุก นอกจากหุงข้าวแล้วยังประกอบอาหารอื่นได้ โดยเฉพาะการต้มเปื่อยที่ต้องใช้เวลานานจะช่วยประหยัดเชื้อเพลิงเชิงพาณิชย์ใช้ต้นทุนในการสร้างประมาณ 4,749 บาท ระยะเวลาในการคืนทุนประมาณ 4 ปี 3 เดือน ซึ่งมีอายุการใช้งาน ยาวนานถึง 10 ปี

ตารางที่ 2.5 ข้อมูลการทดลองของเตาแสงอาทิตย์รังสิต 2.1

ประเภทของอาหาร	ปริมาณ	เวลาทดลอง	ระยะเวลาทดลอง	อุณหภูมิเฉลี่ยที่วัดได้
ต้มน้ำจนเดือด	1 ลิตร	12.30 น	12.30 - 12.55 น	96 องศาเซลเซียส
ต้มไข่	1 ฟอง/น้ำ 1 ลิตร	12.30 น	12.30 - 12.50 น	87 องศาเซลเซียส
หุงข้าว	500 กรัม/น้ำ 0.75 ลิตร	12.30 น	12.30 - 13.00 น	104 องศาเซลเซียส
ต้มเนื้อเปื่อย	200กรัม/น้ำ 0.75 ลิตร	12.30 น	12.30 - 15.50 น	117.5 องศาเซลเซียส



(ก) (ข)

รูปที่ 2.11 ภาพ (ก) เตาแสงอาทิตย์รังสิต 2.1 ภาพ (ข) การปรุงอาหารด้วยเตาแสงอาทิตย์รังสิต 2.1

2.5.2 โครงงาน เตาพลังงานแสงอาทิตย์รังสิต-3

เตาพลังงานแสงอาทิตย์ชิ้นนี้ ออกแบบและสร้างเตาพลังงานแสงอาทิตย์ให้มีรูปแบบที่ใช้งานได้คล่องตัว สะดวกในการเคลื่อนย้าย สามารถนำไปประกอบอาหารยังสถานที่ต่าง ๆ ได้ เตาพลังงานแสงอาทิตย์ชิ้นนี้ สามารถใช้ประกอบอาหารได้หลายชนิด เช่น หุงข้าว 500 กรัม จนข้าวสุกใช้เวลาประมาณ 45 นาที ต้มน้ำ 1 ลิตร จนมีอุณหภูมิ 100°C ใช้เวลาประมาณ 34 นาที เป็นต้น ระยะเวลาในการประกอบอาหารขึ้นอยู่กับความเข้มแสงอาทิตย์ ถ้าความเข้มแสงอาทิตย์มากเวลาที่ใช้จะน้อย การใช้แสงอาทิตย์ประกอบอาหาร ช่วยลดปัญหาสิ่งแวดล้อมจากเชื้อเพลิงพาณิชย์และช่วยประหยัดค่าใช้จ่าย สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง

ตารางที่ 2.6 ข้อมูลการทดลองของเตาแสงอาทิตย์รังสิต-3 [12]

ประเภทของอาหาร	ปริมาณ	เวลาทดลอง	ระยะเวลาทดลอง	อุณหภูมิเฉลี่ยที่วัดได้
ต้มน้ำจนเดือด	1 ลิตร	12.30 น	12.30 - 13.05 น	94.5 องศาเซลเซียส
ต้มไข่	1 ฟอง/น้ำ 1 ลิตร	12.30 น	12.30 - 13.00 น	83.4 องศาเซลเซียส
หุงข้าว	500 กรัม/น้ำ 0.75 ลิตร	12.30 น	12.30 - 13.15 น	77.8 องศาเซลเซียส
ต้มเนื้อเปื่อย	250กรัม/น้ำ 0.75 ลิตร	12.30 น	12.30 - 16.30 น	91.15 องศาเซลเซียส

รูปที่ 2.12 เตาแสงอาทิตย์รังสิต-3 ขณะทดลอง

2.5.3 การศึกษาเชิงทดลองหุงข้าวด้วยจานรวมแสงอาทิตย์แบบพาราโบลิค [9,10]

การศึกษาชิ้นนี้เป็นงานออกแบบ การสร้างจานรวมแสงอาทิตย์แบบพาราโบลิคขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 เซนติเมตร โดยใช้แผ่นสะท้อนแสงเป็นสแตนเลสชนิดขัดมันเงาเพื่อรวมรังสีจากดวงอาทิตย์ ให้รวมกันที่จุดโฟกัสจนทำให้มีอุณหภูมิ ณ จุดดังกล่าวสูงขึ้นการนำความร้อนที่ได้จากการรวมรังสีดวงอาทิตย์ มาใช้ในการทดลองประกอบอาหาร พร้อมทั้งศึกษาความเหมาะสมและความเป็นไปได้ ในการประกอบอาหารด้วยจานรวมแสงอาทิตย์แบบพาราโบลิคที่ ทำการศึกษาทดลอ เปรียบเทียบอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อเทียบกับเวลาในช่วง 9.00 น. ถึง 15.00 น.

ตารางที่ 2.7 ข้อมูลการทดลองของจานรวมแสงอาทิตย์แบบพาราโบลิคไม่ประกอบอาหาร

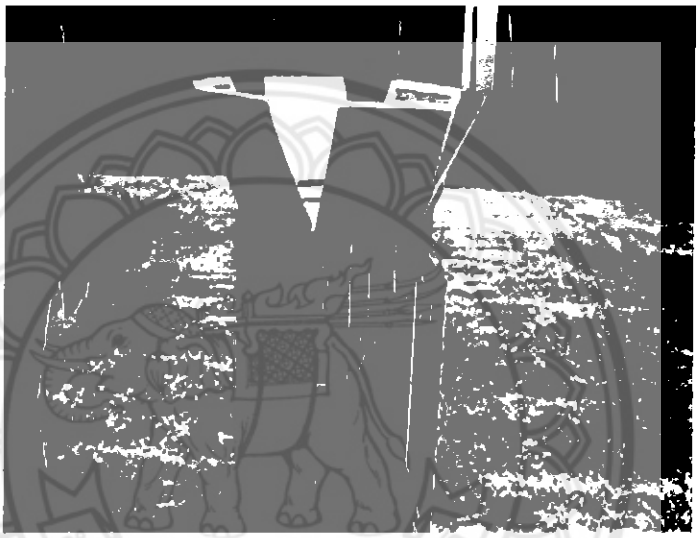
ลักษณะการทดลอง	ระยะเวลาทดลอง 9:00-15:00		อุณหภูมิเฉลี่ยแต่ละช่วง	
	ระยะเวลาที่ทำให้อาหารสุก	วัน	ความร้อนสูงสุด	ความร้อนเฉลี่ย
ทดลองโดยไม่มีการประกอบอาหาร	-	4	155.3 °C	105.9°C

ตารางที่ 2.8 ข้อมูลการทดลองของจานรวมแสงอาทิตย์แบบพาราโบลิคประกอบอาหาร

ลักษณะการทดลอง	ระยะเวลาทดลอง			อุณหภูมิเฉลี่ยแต่ละช่วง	
	ระยะเวลาที่ทำให้อาหารสุก หน่วยเป็นนาที		วัน	ช่วงเช้า	ช่วงบ่าย
	เช้า 09.00-12.00	บ่าย 12.00-15.00			
หุงข้าว 350 กรัม ต่อน้ำ 525 มิลลิลิตร	130–155	65 – 115	3	78.3 °C	77.2 °C
ทอดไข่ดาว 3 ฟองกับน้ำมันพืช 10 กรัม	20	20	2	76.2 °C	85.3 °C
อบ เนื้อไก่ 150 กรัม	30	20	1	81.55 °C	85.15 °C

2.5.4 สิ่งประดิษฐ์เพื่อการประหยัดพลังงานและพลังงานไฟฟ้า โครงงานเตาอบพลังงานแสงอาทิตย์ [2]

เตาอบพลังงานแสงอาทิตย์มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาออกแบบและสร้างเตาอบพลังงานแสงอาทิตย์ ศึกษาเปรียบเทียบวัสดุที่ใช้ในถังสะสมความร้อน ทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเตาอบพลังงานแสงอาทิตย์ ศึกษาเปรียบเทียบเวลาการอบแห้งผลิตภัณฑ์กับการตากแห้งด้วยแสงอาทิตย์โดยตรง การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเตาอบพลังงานแสงอาทิตย์ แสดงดังตารางต่อไปนี้



รูปที่ 2.13 เตาอบพลังงานแสงอาทิตย์

ตารางที่ 2.9 ข้อมูลการทดลองของเตาอบพลังงานแสงอาทิตย์

ลักษณะการทดลอง	เวลาที่ใช้ทดลอง	อุณหภูมิภายในเตาอบ	ผลที่ได้จากการทดลอง
อบเนื้อหมูน้ำหนัก 100 กรัม	60 นาที	89 °C	ได้ลักษณะเนื้อหมูที่แห้งและสุกทั่วทั้งชิ้น
อบกุ้งสดน้ำหนัก 100 กรัม	60 นาที	89 °C	ได้กุ้งแห้งที่มีลักษณะแข็งแห้งสนิท
อบพริกสดน้ำหนัก 100 กรัม	120 นาที	70 °C	ได้พริกแห้งมีลักษณะกรอบและแห้งมาก
อบขนมปังแผ่น	10 นาที	59 °C	ได้ขนมปังแผ่นมีลักษณะแห้งปานกลาง แข็งเล็กน้อย

2.5.5 การนำไปส่งเสริมประกอบอาชีพ ตู้อบไก่พลังงานแสงอาทิตย์ [1]

รูปที่ 2.14 ภาพแผงสะท้อนความร้อนจากเตากระจกเงา

ตู้อบไก่พลังงานแสงอาทิตย์ หลักการในการสร้างคือใช้ตู้อบเป็นตัวรับแสงสะท้อนจากเตากระจกเงาอีกทีหนึ่ง คือนำพลังงานความร้อนจากเตากระจกเงา ซึ่งประกอบไปด้วยกระจกเงาบานเล็กๆ ขนาดความกว้าง 3 นิ้ว ยาว 5 นิ้ว ๆ จำนวน 630 บาน มาเรียงต่อกันเป็นแถวจำนวน 16 แถว เรียงกัน แถวละ 25 แผ่น โดยวางยึดอยู่บนแผงเหล็กขนาดกว้าง 5 เมตร ยาว 6 เมตร มีความสูงจากพื้นดิน 50 ซม. กระจกเงาจำนวนมากนี้ทำหน้าที่เป็นตัวรับพลังงานจากแสงอาทิตย์และใช้หลักการหักเหของแสง โดยเมื่อเตาได้รับพลังงานจากแสงอาทิตย์แล้ว จะสะท้อนแสงไปยังจุดที่วางไก่ไว้ซึ่งมีระยะห่างประมาณ 6 เมตร แสงที่สะท้อนออกมานั้นให้ความร้อนถึง 156 °C จนทำให้ไก่สุกได้ภายในระยะเวลา 15 นาที ซึ่งเร็วกว่าการย่างด้วยเตาถ่าน และที่สำคัญไม่ก่อให้เกิดควันจากการเผาไหม้

สำหรับเวลาที่เหมาะกับการย่างไก่กระจกดีที่สุดมี 2 ช่วง ก็คือช่วงเช้า 7.00 น. – 10.00 น. และช่วงบ่าย ตั้งแต่ 14.00 น. – 16.00 น. ทั้งสองช่วงเวลานี้เป็นเวลาที่แสงแดดทำมุมได้ 45 องศากับการตั้งจุดโฟกัสของกระจก ทำให้ได้แสงที่ไปตกกระทบกับเป้าหมายที่เป็นไก่ย่างได้ดีที่สุด ซึ่งทำให้ได้ความร้อนสูงสุด สำหรับในการย่างตอนเที่ยง ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่แดดร้อนจัด แต่แสงแดดไม่ทำมุมพอดีกับกระจกที่วางไว้ ทำให้แสงไม่ไปตกกระทบกับไก่ เตากระจกพลังแสงอาทิตย์ ถ้าไก่มีลักษณะตัวเล็กจะทำให้สุกไวยิ่งขึ้น แต่ถ้าไก่มีลักษณะตัวใหญ่ จะใช้เวลาประมาณ 15 นาที

รูปที่ 2.15 ภาพลุงศิลากำลังย่างไก่จากเตาพลังงานแสงอาทิตย์ [1]

2.6 สรุปข้อดีและข้อจำกัดของเตาพลังงานแสงอาทิตย์ทั้ง 3 แบบ

จากการศึกษาสามารถสรุปได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2.10 การสรุปข้อดีและข้อจำกัดของเตาพลังงานแสงอาทิตย์ทั้ง 3 แบบ

ชนิดของเตา	ข้อดี	ข้อจำกัด
เตาแบบแผง (Panels Cookers)	-ไม่เป็นมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม -ประหยัดพลังงาน -ประหยัดเงิน -น้ำหนักเบา สะดวกในการขนย้าย	-ต้องขึ้นอยู่กับดินฟ้าอากาศ -ใช้เวลานานในการให้ความร้อน -ไม่สะดวกในการปรุงอาหาร
เตาแบบกล่อง (Box Cookers)	-ไม่เป็นมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม -ประหยัดพลังงาน -มีความคงทนกว่าแบบ เตาแผง -ใช้งานง่ายและสามารถเก็บความร้อนได้ดี	-ต้องขึ้นอยู่กับดินฟ้าอากาศ -มีน้ำหนักมากกว่าเมื่อเทียบกับ เตาแผง -ค่าใช้จ่ายในการทำสูงกว่าเตาแผง
เตาแบบพาราโบลิค (Parabolic Cookers)	-ไม่เป็นมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม -ประหยัดพลังงาน -มีประสิทธิภาพสูงในการสะท้อนแสงให้ความร้อน	-ต้องขึ้นอยู่กับดินฟ้าอากาศ -ไม่สะดวกในการปรุงอาหาร -ค่าใช้จ่ายในการทำสูงกว่าทุกแบบ

จากการศึกษาเตาทั้ง 3 แบบ มีลักษณะข้อดีที่คล้ายกัน คือ ไม่เป็นมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม และช่วยประหยัดพลังงาน และข้อจำกัดของเตาทั้ง 3 แบบ ที่คล้ายกันคือ ต้องขึ้นอยู่กับสภาพดินฟ้าอากาศ แต่มีข้อจำกัดที่แตกต่างกันของเตาทั้ง 3 แบบ คือ เตาแบบแผง จะมีค่าใช้จ่ายในการทำน้อย แต่ให้ประสิทธิภาพต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับเตาแบบกล่องและแบบพาราโบลิค เตาแบบกล่องสะดวกต่อการใช้งานค่าใช้จ่ายสูงกว่าเตาแบบแผงเล็กน้อยแต่ให้ประสิทธิภาพสูงกว่า เตาแบบพาราโบลิคมีประสิทธิภาพสูงสุดแต่มีค่าใช้จ่ายสูงและไม่สะดวกในการเคลื่อนย้าย

2.7 การเปรียบเทียบวัสดุที่นำมาเป็นโครงสร้างและส่วนประกอบต่างๆของเตาพลังงานแสงอาทิตย์

ตารางที่ 2.11 เปรียบเทียบวัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างของเตา [1]

วัสดุ	ข้อดี	ข้อเสีย
ไม้	- แข็งแรง ทนทาน - สวยงาม	- มีน้ำหนักมาก - ค่าใช้จ่ายสูง
กล่องกระดาษ	- หาได้ง่าย - ประหยัด - น้ำหนักเบา	- ไม่คงทน
กล่องโฟมแช่อาหารทะเล	- แข็งแรง ทนทาน - น้ำหนักเบา - สวยงาม	- มีข้อจำกัดในการทนความร้อน
กล่องโลหะหรือสแตนเลส	- แข็งแรง ทนทาน - สวยงาม - ประสิทธิภาพสูง	- มีน้ำหนักมาก - ค่าใช้จ่ายสูง

ตารางที่ 2.12 เปรียบเทียบวัสดุที่นำมาใช้ในการสะท้อนแสง [13, 14, 15]

ชนิดของวัสดุ	ข้อดี	ข้อเสีย	เปอร์เซ็นต์สะท้อนแสง
อลูมิเนียม	- มีราคาถูก - น้ำหนักเบา - ใช้งานง่าย	-ให้ค่าการสะท้อนแสงน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับทุกแบบ	80%-85%
เงิน	- ให้ความร้อนได้ดี - แข็งแรงทนทาน - มีความสวยงาน	-มีราคาแพง -ไม่สะดวกในการใช้งาน	88%-92%
กระจกเงา	- ให้ความร้อนสูงและรวดเร็ว - แข็งแรงทนทาน	-มีน้ำหนักมาก -ไม่สะดวกในการใช้งาน หรือ ติดตั้ง	95%-98%
แผ่นสะท้อนแสง (Reflector)	- ให้ความร้อนได้ดี - แข็งแรงทนทาน - มีความสวยงาน	-มีราคาแพง -ไม่สะดวกในการใช้งาน ดัดแปลงหรือติดตั้งยาก	93%-95%

2.8 การสะท้อนของแสง

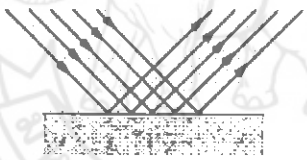
แบ่งได้เป็น 2 ลักษณะดังนี้

2.8.1 การสะท้อนปกติ

วัสดุที่มีผิวเรียบไม่ว่าจะเป็นวัตถุผิวราบหรือผิวโค้งการสะท้อนของแสงจะให้ผลเช่นเดียวกัน คือรังสีตกกระทบ รังสีสะท้อน และเส้นปกติ (เส้นแนวฉาก) จะอยู่ในระนาบเดียวกัน

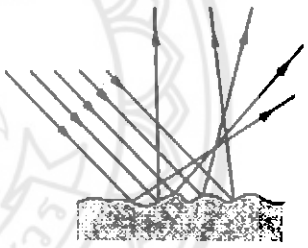
2.8.2 การสะท้อนกระจาย

เราได้เห็นการสะท้อนปกติมาแล้วจากกระจกเงาและวัตถุเรียบมันอื่นๆ เช่น ผิวโลหะต่างๆ แต่วัตถุที่มีผิวขรุขระ เช่น กระดาษ ไม้ และวัตถุทึบแสงอื่นๆ ก็มีการสะท้อนแสงเช่นเดียวกันแต่เนื่องจากผิวของวัตถุหยาบ แสงจึงสะท้อนออกไปในหลายทิศทาง เรียกว่า การสะท้อนกระจาย เมื่อพิจารณาบริเวณเล็กๆของผิวขรุขระจะเห็นว่าประกอบด้วยผิวเรียบจำนวนมากโดยที่มุมระหว่างผิวเหล่านั้นจะมีค่า ต่างๆกัน และมุมตกกระทบจะเท่ากับมุมสะท้อน ณ ตำแหน่งที่แสงตกกระทบเสมอ



ผิวเรียบ

รูปที่ 2.16 การสะท้อนปกติ [13]

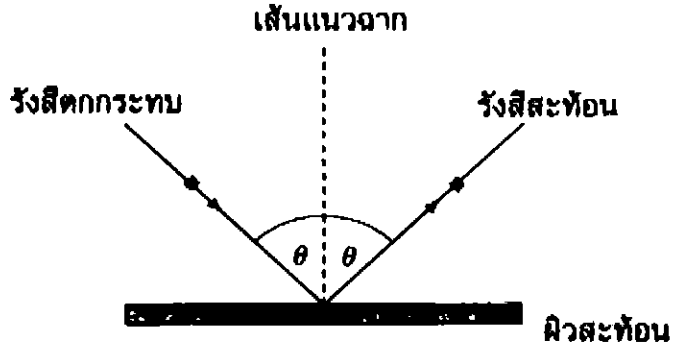


ผิวขรุขระ

รูปที่ 2.17 การสะท้อนกระจาย [13]

2.8.3 การสะท้อนของแสงที่ผิววัตถุใด ๆ สรุปเป็นกฎได้ดังนี้

1. รังสีตกกระทบ รังสีสะท้อน และเส้นแนวฉากอยู่ในระนาบเดียวกัน
2. มุมตกกระตกเท่ากับมุมสะท้อน ณ ตำแหน่งที่แสงตกกระทบ



รูปที่ 2.18 ภาพแสดงกฎการสะท้อนแสง

2.9 ฉนวนกันความร้อน

ในการทำเตาพลังงานแสงอาทิตย์ฉนวนกันความร้อนเป็นส่วนประกอบสำคัญในการสร้าง ซึ่งช่วยกันความร้อนไม่ให้แผ่ออกจากเตาช่วยให้เตาเก็บความร้อนได้ดียิ่งขึ้น คุณสมบัติที่ดีของฉนวนกันความร้อนมีดังนี้

- ควรมีน้ำหนักเบา
- มีค่าสภาพการนำความร้อนต่ำ คือ ยอมให้ความร้อนผ่านตัวฉนวนได้น้อยมาก
- มีราคาถูก สามารถหาซื้อได้ง่าย
- ใช้งานได้สะดวก

ตารางที่ 2.13 ข้อมูลของวัสดุที่นำมาใช้เป็นฉนวนกันความร้อน [3, 5, 6]

ชนิดวัสดุ	ความหนา (มม.)	ความหนาแน่น (กก./ ลบ.ม.)	ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (k) (วัตต์/ เมตร เคลวิน)	ค่าความต้านทานความร้อน (R) (ตร.ม. เคลวิน/ วัตต์)
โพลียูรีเทน (พียูโฟม)	25.00	35	0.017 - 0.023	1.494
เซลลูโลส	25.00	45 - 60	0.029 - 0.045	0.794
ใยแก้ว	25.00	16	0.05	0.051
ฉนวนจากต้นมันสำปะหลัง	9.00	200	0.059	0.151
ฉนวนจากซังข้าวโพด	9.00	200	0.063	0.138
ไฟเบอร์ซีเมนต์	12.00	1,100 - 1,300	0.125	0.096
แผ่นไม้อัด	8.00	528	0.138	0.057
แผ่นยิปซัม	12.00	800	0.190	0.040

R = Resistivity คือ ความสามารถในการต้านทานความร้อนยิ่งค่า R มาก (กันความร้อนได้มาก) ยิ่ง แสดงถึงความเป็นฉนวนที่ดีของวัสดุนั้นๆ

K= Conductivity คือ ความสามารถในการนำความร้อนยิ่งค่า k น้อย (ความร้อนผ่านได้น้อย) ยิ่ง แสดงถึงความเป็นฉนวนที่ดีของวัสดุ

ตารางที่ 2.14 คุณสมบัติและข้อมูลของชนิดวัสดุที่นำมาใช้เป็นฉนวนกันความร้อน [3, 5, 6]

ชนิดวัสดุ	คุณสมบัติ	ขนาด(m.)/ม้วน	ความหนา (mm.)	ราคา (บาท)	พ.ศ. ที่ซื้อ
โพลียูรีเทน (พียูโฟม)	โฟมเป็นฉนวนกันความร้อนได้ดีมากเมื่อปรียบเทียบกับฉนวนชนิดอื่นโดยทั่วไป โฟมจะไม่ดูดซับความชื้น	0.88 x 100 (PE)	5	3200	2554
เซลลูโลส	โดยทั่วไปแล้วฉนวนใยเซลลูโลสที่ผลิตจำหน่ายในท้องตลาดปัจจุบัน มักทำขึ้นจากเยื่อกระดาษที่ใส่สารกันไม่ให้ไฟลาม ทำให้ป้องกันไฟไหม้ได้ระดับหนึ่ง	1.22 x 16.50 (Microfiber)	50	2250	2554
ใยแก้ว	จัดเป็นวัสดุประเภทไม่ลามไฟ มีทั้งชนิดที่มีวัสดุปิดผิว และไม่มีวัสดุปิดผิว ขึ้นอยู่กับการใช้งานถ้ามีวัสดุปิดผิวใช้ป้องกันไอน้ำและความชื้น ฉนวนชนิดนี้โดยทั่วไปจะกันไฟไม่ได้	1.22 x 30.50 (UBB 1625)	25	2250	2554
แผ่นยิปซัม	เป็นแผ่นบางๆ ใช้กั้นผนังหรือทำฝ้าเพดาน บางแผ่นก็ติด แผ่นสะท้อนความร้อนเข้าไปด้วย แผ่นยิปซัมจะป้องกันการนำ ความร้อนได้	-	-	-	-
ฉนวนใยหิน	มีประสิทธิภาพดีเยี่ยมโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในอุณหภูมิที่สูงมากๆ นิยมใช้ในโรงไฟฟ้า โรงงานอุตสาหกรรม รวมไปถึงงานผนังทนไฟ ในอาคาร และงานห้องบันทึกเสียงในสตูดิโอ	5000 x 600 (Fibertex 350)	50	759	2554

2.10 หลักการคำนวณ จุดโฟกัสของเตาพลังงานแสงอาทิตย์

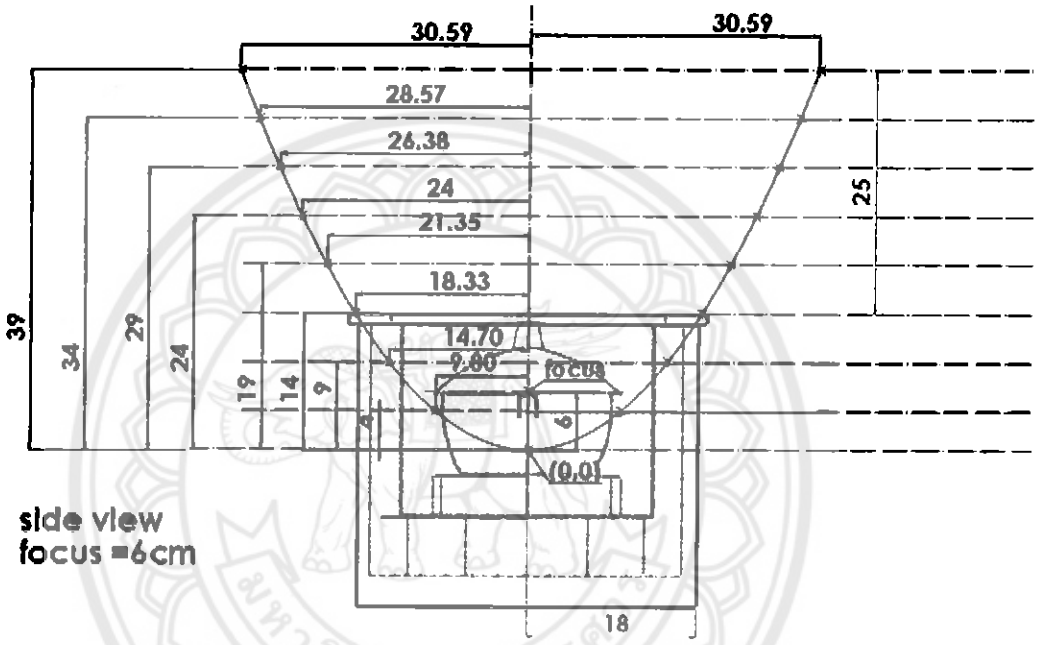
หลักการ คำนวณจุดโฟกัส ของเตาพลังงานแสงอาทิตย์ แบบกล่องที่มีแผงสะท้อนแสงเป็นแบบพาราโบลิด มีหลักการคำนวณ ตามสูตร ดังนี้

$$X^2 = 4PY \qquad (2.1)$$

P = จุดโฟกัส

Y= ระยะห่างในแนวตั้งจากจุดเริ่มต้น หรือจุด origin (0,0)

x = ระยะห่างในแนวนอนจากจุดเริ่มต้น หรือจุด origin (0,0)



รูปที่ 2.19 ระยะห่างจากจุด origin (0,0) ทั้งในแนวตั้งและแนวนอน

ตารางที่ 2.15 แบบการคำนวณระยะทั้งในแนวตั้งและแนวนอนมีหน่วยเป็นเซนติเมตร

Y	4P (P=6)	X^2
14	24	18.33
19	24	21.35
24	24	24.00
29	24	26.38
34	24	28.57
39	24	30.59

*** หมายเหตุ:** เมื่อกำหนดจุดโฟกัสเท่ากับ 6 คือสูงจากจุด Origin 6 ซม.

2.10.1 หลักการคำนวณ ค่าประสิทธิภาพ(Effciency) ของเตาพลังงานแสงอาทิตย์

หลักการคำนวณค่าประสิทธิภาพของเตาพลังงานแสงอาทิตย์แบบกล่องที่มีแผงสะท้อนแสงเป็นแบบพาราโบลิค มีหลักการคำนวณ ตามสูตร ดังนี้

$$\text{ประสิทธิภาพของระบบ} = \frac{\text{ความร้อนที่ทำได้/วินาที}}{\text{ความร้อนที่ได้รับ/วินาที}} \qquad (2.2)$$

เมื่อ ความร้อนที่ทำได้ หาจาก $Q = mc\Delta T$

Q = ปริมาณความร้อน(J)

m = มวลวัตถุ(kg)

c = ค่าความจุความร้อนจำเพาะ(J/kg.°C)

ΔT= อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไป (°C)

ตารางที่ 2.16 ค่าความจุความร้อนจำเพาะแต่ละแบบที่มีค่าแตกต่างกัน

$C_{\text{อากาศ}}$	1006.1 J/kg.°C
$C_{\text{แป้ง}}$	1800 J/kg.°C
$C_{\text{เนื้อไก่}}$	3310 J/kg.°C
$C_{\text{น้ำ}}$	4180 J/kg.°C

ยกตัวอย่าง

กรณีไม่ประกอบอาหาร ในเวลา 09.05 – 09.10 น.

m = 0.012 kg

c = 1006.1 J/kg.°C

ΔT= 5.7°C

$Q = mc\Delta T/300$ (ที่หารด้วย 300 เพราะว่าข้อมูลเก็บทุก 5 นาที ต้องหารให้เป็น 1 วินาที)

ความร้อนที่ทำได้ = 0.23J/วินาที

และ ความร้อนที่ได้รับ/วินาที หาจาก

พื้นที่รองรับแสงทั้งหมด = พื้นที่แผงสะท้อนแสงทั้งหมด + พื้นที่กระจก

พื้นที่รองรับแสงทั้งหมด = (28×28)+(28×28)+(26×24)

+(26×24)+(26×21) (มีหน่วยทั้งหมดเป็น ซม.)

= 3362 cm^2 แปลงเป็น 0.3362 m^2

และที่ค่าความเข้มแสงอาทิตย์เวลา 09.05 – 09.10 น. = 284.2 W/m^2(วัตต์ต่อตารางเมตร)

คือ 1 ตารางเมตร = 284.2วัตต์

ถ้า 0.3362 ตารางเมตร = 0.3362×284.2 = 95.55 W

ดังนั้น ประสิทธิภาพของระบบ ณ เวลา 09.05 – 09.10 น. = $\frac{\text{ความร้อนที่ทำได้/วินาที}}{\text{ความร้อนที่ได้รับ/วินาที}}$

$= \frac{0.23}{95.55} = 0.002$

กรณีต้มน้ำเปล่า 0.6 ลิตร ในเวลา 09.05 – 09.10 น.

m = 0.6 kg

c = 4180 J/kg.°C

ΔT= 2°C

Q = mcΔT/300 (ที่หารด้วย 300 เพราะว่าข้อมูลเก็บทุก 5 นาที ต้องหารให้เป็น 1 วินาที)

ความร้อนที่ทำได้ = 16.72 J/วินาที

และ ความร้อนที่ได้รับ/วินาที หาจาก

พื้นที่รองรับแสงทั้งหมด = พื้นที่แผงสะท้อนแสงทั้งหมด + พื้นที่กระจก

พื้นที่รองรับแสงทั้งหมด = (28×28)+(28×28)+(26×24)

+(26×24)+(26×21) (มีหน่วยทั้งหมดเป็น ซม.)

= 3362 cm^2 แปลงเป็น 0.3362 m^2

และที่ค่าความเข้มแสงอาทิตย์เวลา 09.05 – 09.10 น. = 217.9 W/m^2(วัตต์ต่อตารางเมตร)

คือ 1 ตารางเมตร = 217.9 วัตต์

ถ้า 0.3362 ตารางเมตร = 0.3362×217.9 = 73.26 W

ดังนั้น ประสิทธิภาพของระบบ ณ เวลา 09.05 – 09.10 น. = $\frac{\text{ความร้อนที่ทำได้/วินาที}}{\text{ความร้อนที่ได้รับ/วินาที}}$

$= \frac{16.72}{73.26} = 0.23$

กรณีหุงข้าวสาร 400 กรัม ในน้ำ 0.6 ลิตร ในเวลา 09.05 – 09.10 น.

m (แป้ง) = 0.4 kg , m (น้ำ) = 0.6 liter

c (แป้ง) = 1800 J/kg.°C

C (น้ำ) = 4180 J/kg.°C

ΔT= 2.7°C

Q = (mc(แป้ง)+m c(น้ำ))ΔT/300 (ที่หารด้วย 300 เพราะว่าข้อมูลเก็บทุก 5 นาที หารเป็น 1 วินาที)

ความร้อนที่ทำได้ = 29.32 J/วินาที

และ ความร้อนที่ได้รับ/วินาที หาจาก

พื้นที่รองรับแสงทั้งหมด = พื้นที่แผงสะท้อนแสงทั้งหมด + พื้นที่กระจก

พื้นที่รองรับแสงทั้งหมด = (28×28)+(28×28)+(26×24)

+(26×24)+(26×21) (มีหน่วยทั้งหมดเป็น ซม.)

= 3362 cm^2 แปลงเป็น 0.3362 m^2

และที่ค่าความเข้มแสงอาทิตย์เวลา 09.05 – 09.10 น. = 384.4 W/m^2(วัตต์ต่อตารางเมตร)

คือ 1 ตารางเมตร = 384.4 วัตต์

ถ้า 0.3362 ตารางเมตร = 0.3362×384.4 = 129.23 W

ดังนั้น ประสิทธิภาพของระบบ ณ เวลา 09.05 – 09.10 น. = $\frac{\text{ความร้อนที่ทำได้/วินาที}}{\text{ความร้อนที่ได้รับ/วินาที}}$

$= \frac{29.32}{129.23} = 0.23$

กรณีอบไก่ 150 กรัม ในเวลา 09.05 – 09.10 น.

m = 0.15 kg

c = 3310 J/kg. °C

ΔT= 9.4 °C

Q = mcΔT/300 (ที่หารด้วย 300 เพราะว่าข้อมูลเก็บทุก 5 นาที ต้องหารให้เป็น 1 วินาที)

ความร้อนที่ทำได้ = 15.56 J/วินาที

และ ความร้อนที่ได้รับ/วินาที หาจาก

พื้นที่รองรับแสงทั้งหมด = พื้นที่แผงสะท้อนแสงทั้งหมด + พื้นที่กระจก

พื้นที่รองรับแสงทั้งหมด = (28×28)+(28×28)+(26×24)

+(26×24)+(26×21) (มีหน่วยทั้งหมดเป็น ซม.)

= 3362 cm^2 แปลงเป็น 0.3362 m^2

และที่ค่าความเข้มแสงอาทิตย์เวลา 09.05 – 09.10 น. = 394.2 W/m^2(วัตต์ต่อตารางเมตร)

คือ 1 ตารางเมตร = 394.2วัตต์

ถ้า 0.3362 ตารางเมตร = 0.3362×394.2 = 132.53 W

ดังนั้น ประสิทธิภาพของระบบ ณ เวลา 09.05 – 09.10 น. = $\frac{\text{ความร้อนที่ทำได้/วินาที}}{\text{ความร้อนที่ได้รับ/วินาที}}$

$= \frac{15.56}{132.53} = 0.12$

บทที่ 3
การออกแบบและพัฒนาเตาพลังงานแสงอาทิตย์

ในบทนี้จะกล่าวถึงอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง และรูปแบบเตาพลังงานแสงอาทิตย์ที่ต้องใช้ในการพัฒนาและจำลอง รวมไปถึงแนวทางการคิดและรายละเอียดของการออกแบบ

ในการสร้างและออกแบบเตาพลังงานแสงอาทิตย์สามารถสร้างได้หลากหลายรูปแบบตามความต้องการหรือ ความสะดวกในการหาวัสดุ แต่การสร้างที่ก่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดนั้นต้องเกิดจากการออกแบบที่ดี นำจุดเด่นของแต่ละแบบมารวมกันสร้างเป็นเตาที่ให้ประสิทธิภาพมากที่สุด

เตาพลังงานแสงอาทิตย์ที่ดีนั้น ต้องให้ความร้อนได้ดีเก็บความร้อนได้ดี มีความคงทน คุ้มค่าต่อ งบประมาณที่ใช้ในการสร้าง สะดวกในการใช้ จากข้อมูลในบทที่ 2 เตาแบบกล่อง และเตาแบบ พาราโบลิค มีจุดเด่นที่สามารถให้ความร้อนได้ดีที่สุดและสามารถเก็บความร้อนได้ดี มีความทนทาน และเตาแบบกล่องจะสะดวกในการปรุงอาหารเพราะมีลักษณะใช้งานคล้ายๆเตาอบไมโครเวฟ คือใส่อาหารเข้าไปภายในเตาได้เลย ฉะนั้นจุดเด่นของเตา ทั้งสองแบบนี้ จะมีประสิทธิภาพมากกว่า เตาแบบแผง ข้อดีของเตาแบบแผงก็คือน้ำหนักเบา ประหยัด แต่ให้ประสิทธิภาพได้ไม่ดีพอ ดังนั้น จุดเด่นของเตาแบบกล่องและแบบรวมแสง หรือ พาราโบลิค จะมีประสิทธิภาพให้ความคุ้มค่า ต่อการลงทุนมากกว่า จากงานวิจัยที่ผ่านมามีการสร้างเตาพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลิคในหลายรูปแบบ เช่นจานพลังงานแสงอาทิตย์และเตาพลังงานแสงอาทิตย์แบบ Parabolic Dish และอื่น ๆ แต่ก็ยังไม่นิยมนำมาใช้งานได้อย่างแพร่หลายมากนัก เพราะไม่สะดวกต่อการใช้งาน มีขนาดใหญ่ มีค่าใช้จ่ายสูงในการสร้าง จึงไม่จูงใจสำหรับผู้ใช้ ดังนั้นเตาพลังงานแสงอาทิตย์แบบกล่องซึ่งมีการดัดแปลงตัวสะท้อนแสงให้มีความโค้งคล้ายกับแบบ Parabolic Dish อาจจะเป็นทางเลือกที่ดีที่สุดเหมาะสมที่สุด ประหยัดและสะดวกต่อการใช้งาน

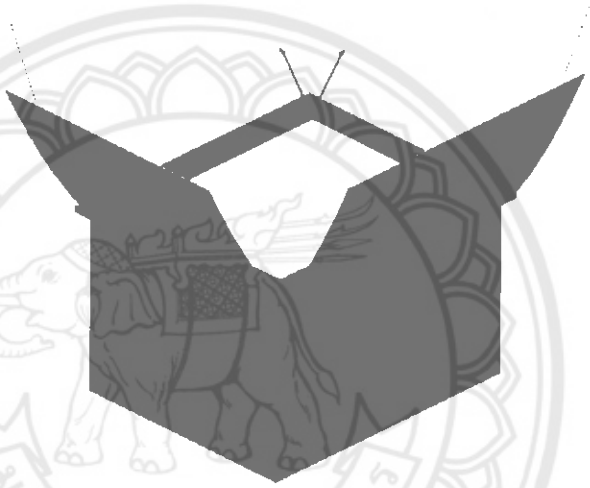
3.1 อุปกรณ์ในการสร้างเตาพลังงานแสงอาทิตย์

ตารางที่ 3.1 รายการวัสดุอุปกรณ์และราคาที่ใช้สร้างเตาพลังงานแสงอาทิตย์

วัสดุอุปกรณ์ (ราคาต่อชิ้น)	ราคารวม (บาท)	พ.ศ. ที่ซื้อ
กล่องโฟม	80	2553
กาว	25	2553
กระจกใส	50	2553
ท่อ	-	-
อลูมิเนียมฟอยล์	65	2553
กระดาษแข็ง	-	-
หม้อ	85	2553
สเปรย์พ่นสี สีดำ	45	2553
แผ่นอลูมิเนียมขนาด 1 x 1.8 m	120	2553
บานพับขนาดเล็ก 4 ชิ้น (8)	40	2553
น๊อตตัวผู้ 12 ชิ้น (3)	36	2553
น๊อตตัวเมีย 12 ชิ้น (1.5)	18	2553
เทปกาวสองหน้า	25	2553
เทปกาวอลูมิเนียม	40	2553
เหล็กยึดขอบหน้าต่าง	80	2553
ค่าแรงช่าง	200	2553
รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมด	909	

3.2 หลักการเบื้องต้นในการสร้างเตาพลังงานแสงอาทิตย์

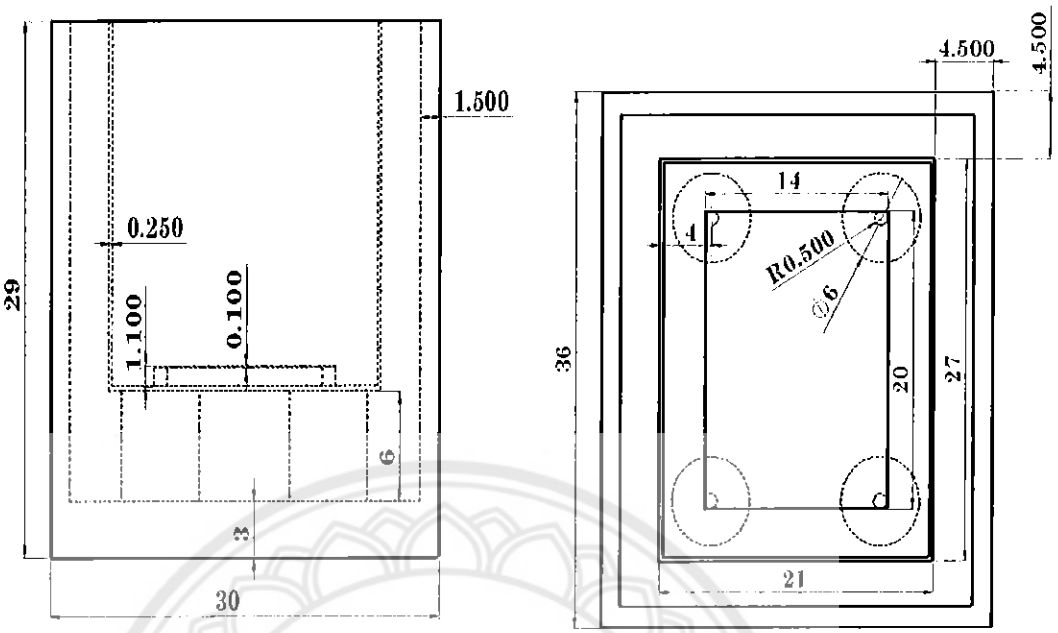
ในการสร้างเตาพลังงานแสงอาทิตย์ในโครงงานนี้มีลักษณะคล้ายเตาแบบกล่อง ดังรูปที่ 3.1 แต่มีการดัดแปลง โดยการติดแผ่นสะท้อนแสงเข้าไปด้านบนของกล่องทั้งหมด 4 แผ่น เพื่อสะท้อนแสงลงบนจุดโฟกัสภายในเตาพลังงานแสงอาทิตย์



รูปที่ 3.1 ภาพจำลองโครงสร้างเตาพลังงานแสงอาทิตย์

3.2.1 โครงสร้าง

โครงสร้างของเตาใช้ กล่องโฟมเป็นกล่องด้านนอกเพราะ มีโครงสร้างที่แข็งแรง น้ำหนักเบามีความเป็นฉนวน ราคาถูก และดูสวยงาม กล่องด้านนอกมีขนาดใหญ่กว่ากล่องด้านใน กล่องด้านในใช้กระดาษแข็งสร้างเพราะสามารถกำหนดขนาด รูปทรงได้สะดวก และประหยัด กล่องด้านในติดโลหะทุกด้านช่วยทำให้โครงสร้างกล่องด้านในแข็งแรง และเก็บความร้อนได้มากยิ่งขึ้น พร้อมทั้งติดอลูมิเนียมฟอยล์ทับทุกด้านอีกที รูปร่างของกล่องควรเป็นกล่องสี่เหลี่ยมพื้นผ้า เพราะสะดวกในการประกอบและติดตั้งส่วนประกอบอื่นๆเลือกวัสดุที่มีความคงทนและที่สำคัญไม่มีรูรั่วหรือช่องโหว่เพื่อที่สามารถกักเก็บความร้อน ไม่ปล่อยให้ความร้อนเล็ดรอดออกจากกล่องได้ ตัวกล่องด้านนอกถูกทำให้เป็นสีดำ เพราะสีดำเป็นสีของวัตถุที่ไม่สะท้อนแสงที่สเปกตรัมสะท้อนออกมา วัตถุสีดำจะดูดกลืนทุกสีในสเปคตรัม จึงไม่สะท้อนสีใดๆออกมา



รูปที่ 3.2 (ซ้าย)โครงสร้างเมื่อมองจากด้านข้าง และ (ขวา)โครงสร้างเมื่อมองจากด้านบน

3.2.2 ฉนวนกันความร้อน

ช่องว่างระหว่างกล่องใบนอกและกล่องใบในมีความกว้างประมาณ 3 เซนติเมตร เพื่อใส่ฉนวนกันความร้อนไม่ให้ความร้อนหนีออกจากเตา ไม่ควรใส่ฉนวนแน่นจนเกินไป เพื่อให้มีช่องว่างสำหรับอากาศ ทำให้เกิดอากาศถ่ายเท และมีอากาศหมุนเวียนภายในช่องว่างของฉนวน ทำให้เกิดความร้อนรอบๆเตา ฉนวนกันความร้อนนี้จะใช้ ฟางแห้ง เป็นฉนวนกันความร้อน เพราะมีค่าการนำความร้อน (K) ต่ำ ค่าความต้านทานความร้อน (R) สูง เมื่อเทียบกับแบบอื่นๆ มีน้ำหนักเบา ใช้สะดวกราคาถูกให้ความคุ้มค่า และเพิ่มประสิทธิภาพของฉนวนกันความร้อยโดยใช้อลูมิเนียมฟอยล์ ติดเพิ่มขึ้นอีกชั้นในช่องว่างนี้ โดยปิดไว้กับฝาด้านในของกล่องใบนอก

3.2.3 การเก็บความร้อนและถ่ายเทความร้อน

บนพื้นผิวด้านในของกล่องใบใน ได้แก่ฝาทั้ง 4 ด้าน แล้วก้นอีก 1 ด้านปิดทับด้วยอลูมิเนียมฟอยล์และต้องปิดให้สนิท อย่าให้มีรูรั่วหรือช่องโหว่ เพราะอลูมิเนียมฟอยล์จะช่วยเก็บความร้อนในเตาใช้แผ่นอลูมิเนียมทาสีดำวางเป็นถาดที่พื้นด้านในกล่องอลูมิเนียมเป็นวัตถุที่นำความร้อนได้ดี อลูมิเนียมสีดำจะทำหน้าที่ถ่ายเทความร้อนไปยังหม้ออาหาร ส่วนด้านบนของกล่องปิดด้วยแผ่นกระจกใส เมื่อแสงแดดส่องผ่านกระจกเข้าไปในกล่องจะถูกดูดซับไว้ด้วยแผ่นอลูมิเนียมที่ทำเป็นถาดรองรับสีดำ และภาชนะใส่อาหารสีดำพลังงานแสงที่ถูกดูดซับเอาไว้จะเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน แต่พลังงานความร้อนเหล่านี้ จะถูกสะสมอยู่ภายในกล่องสีเหลี่ยมเพราะผนังที่เป็นฉนวนกันความร้อนและกระจกใสปิดกั้นเอาไว้ พลังงานแสงซึ่งมีความยาวคลื่นที่แตกต่างกันนั้น จะถูกตรวจจับได้ด้วยดวงตาของมนุษย์ ซึ่งจะแปลผลด้วยสมองของมนุษย์ให้เป็นสีต่างๆ ในช่วง สีแดงซึ่งมีความยาวคลื่นยาวสุด (ความถี่ต่ำสุด) ที่มนุษย์มองเห็นได้ ถึงสีม่วง ซึ่งมีความยาวคลื่นสั้นสุด (ความถี่สูงสุด) ที่มนุษย์มองเห็นได้ ความถี่ที่อยู่ในช่วงนี้ จะมีสีส้ม, สีเหลือง, สีเขียว, สีน้ำเงิน และสีคราม และพลังงานแสงสามารถเคลื่อนที่ผ่านกระจกใสเข้ามาในกล่องได้ทั้งคลื่นยาวและคลื่นสั้น พลังงานแสงที่ผ่านเข้ามานั้น จะสะสมกลายเป็นพลังงานความร้อน แต่พลังงานความร้อนซึ่งเป็นคลื่นยาวกว่าพลังงานแสงจะไม่สามารถเคลื่อนที่ผ่านกระจกใสออกไปได้ ความร้อนจึงถูกสะสมอยู่ภายในกล่องจนทำให้อุณหภูมิสูงมากพอที่จะทำให้อาหารสุกได้ [1]

3.2.4 การปรุงอาหาร

หม้อที่ใช้ปรุงอาหารหรือใช้สำหรับการหุงต้มอาหารขนาดกว้าง 18 เซนติเมตรสูง 10 เซนติเมตร มีปริมาตร 2.25 cm^3 ต้องมีฝาปิดมิดชิดทาผิวนอกด้วยสีดำ หม้อที่บางจะให้ความร้อนเร็วกว่าหม้อที่หนาแต่หม้อที่หนาจะเก็บความร้อนไว้ได้นาน เมื่อต้องการปรุงอาหารก็วางหม้อที่บรรจุอาหารที่จะปรุงลงบนถาดโลหะภายในเตาแล้วปิดกระจกนำไปวางไว้กลางแจ้งรับแสงแดด หมุนกล่องให้แสงตกลงไปในกล่องมากที่สุด

บทที่ 4
ผลการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 การศึกษาทดลองใช้งานในสภาพจริง

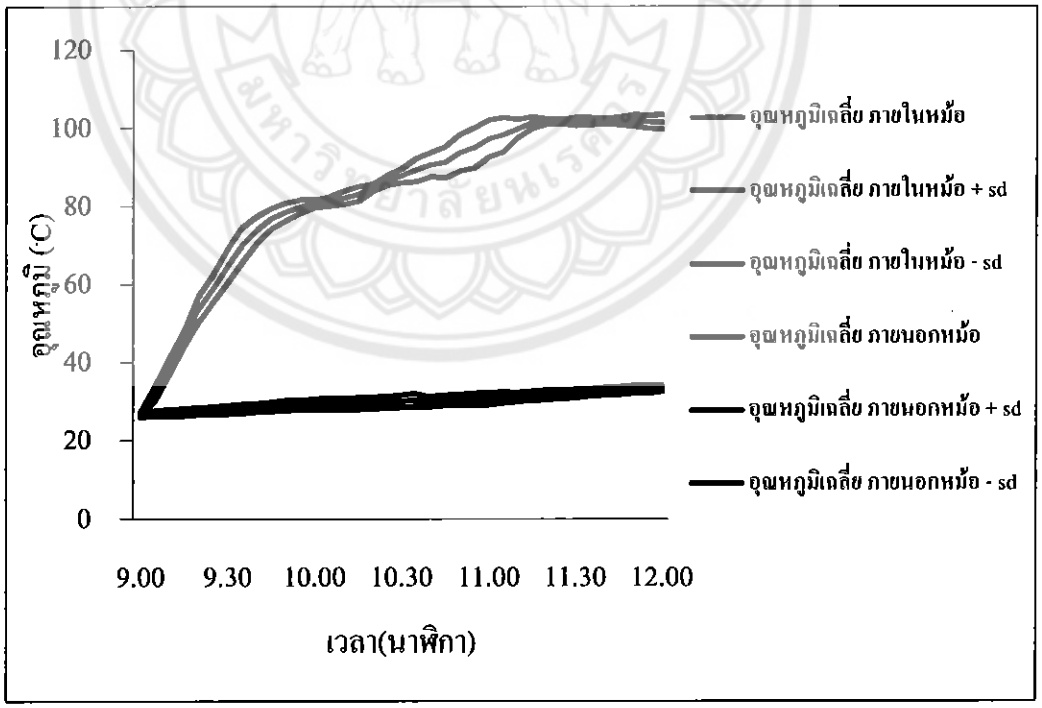
การศึกษาเชิงทดลองประกอบอาหารด้วยเตาพลังงานแสงอาทิตย์ มีการทดลอง 4 กรณี คือ

4.1.1 การทดลองกรณี ไม่มีการประกอบอาหาร เป็นเวลา 4 วันมีการทดลองดังนี้

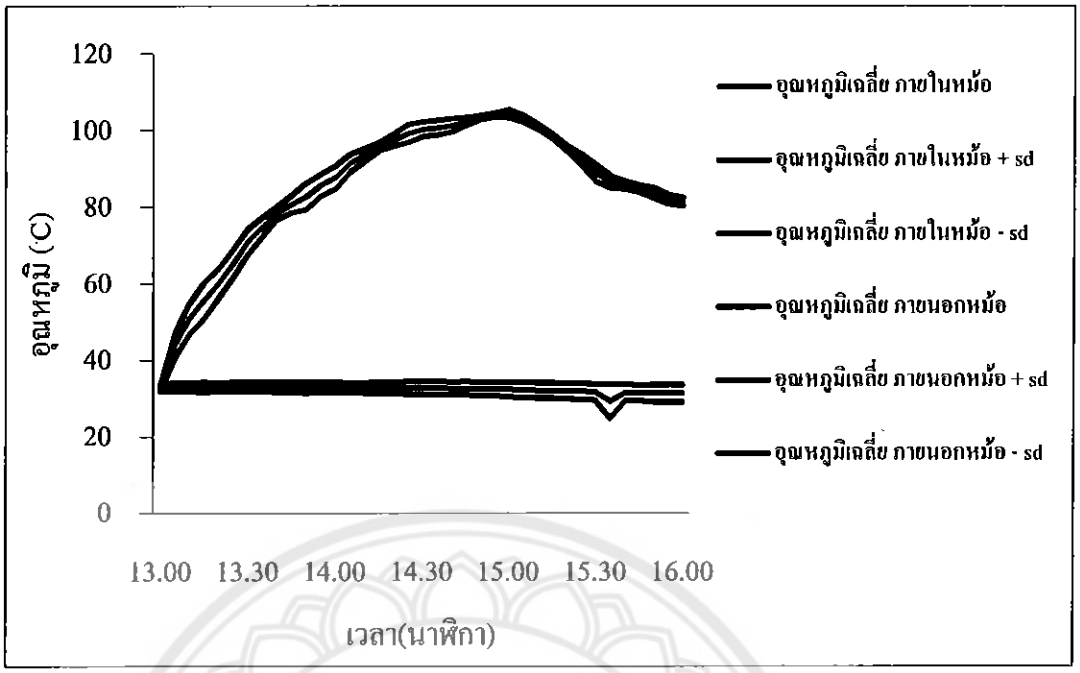
1) นำเตาแสงอาทิตย์ วางไว้กลางแจ้ง เปิดแผงสะท้อนแสงให้ได้รับแสงอาทิตย์ มากที่สุด

2) ทำการทดลอง เก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องทุกๆ 5 นาที

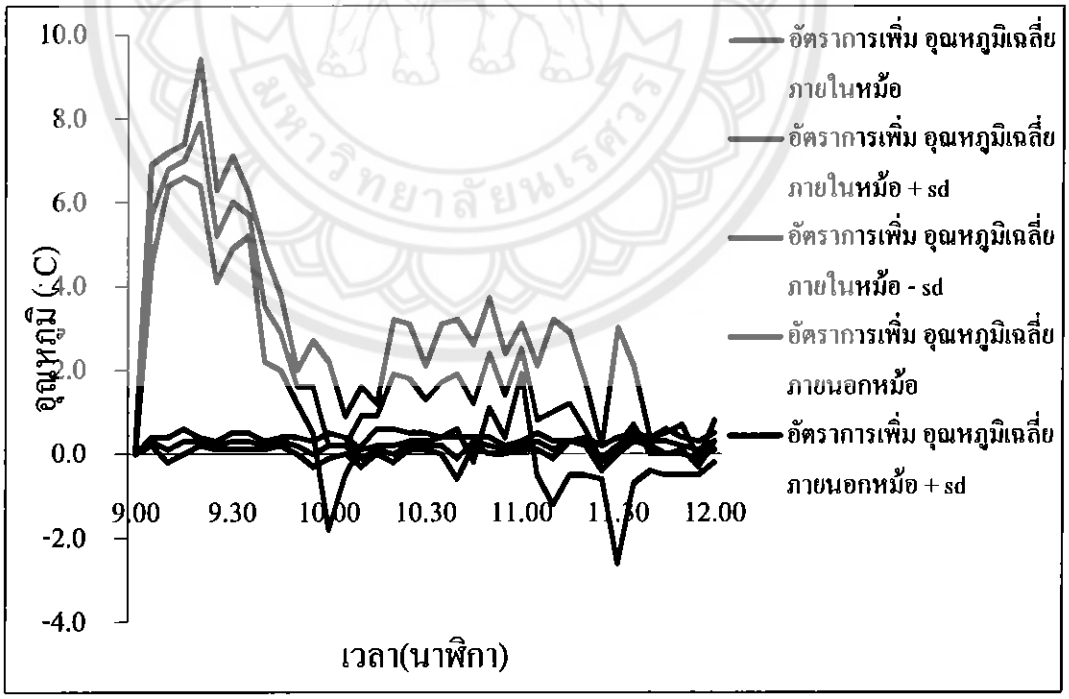
3) นำผลที่ได้จากการทดลองมาทำการวิเคราะห์ให้อยู่ในรูปของกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิภายในหม้อสะสมความร้อนเปรียบเทียบกับอุณหภูมิภายนอกหม้อสะสมความร้อน แบ่งเป็น 2 ช่วงในการเก็บข้อมูลเปรียบเทียบระหว่าง ช่วงที่ 1 ตั้งแต่เวลา 9.00 น. - 12.00 น. และช่วงที่ 2 ตั้งแต่เวลา 13.00 น. - 16.00 น. โดยอุณหภูมิสูงสุด คือ 105.5 องศาเซลเซียส ในเวลาบ่ายช่วงเวลา 14.55 - 15.00 น.



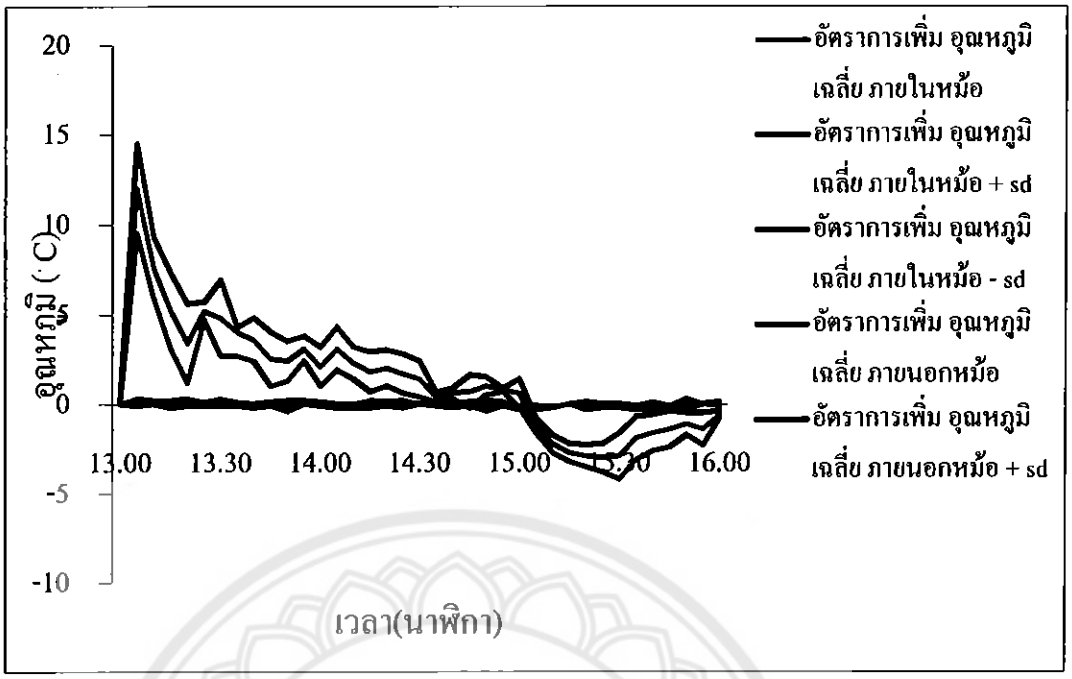
รูปที่ 4.1 อุณหภูมิเฉลี่ยภายในหม้อและภายนอกหม้อ
กรณี ไม่มีการประกอบอาหาร
เวลาเช้า ของวันที่ 21, 23, 24, 28, พฤษภาคม พ.ศ. 2554



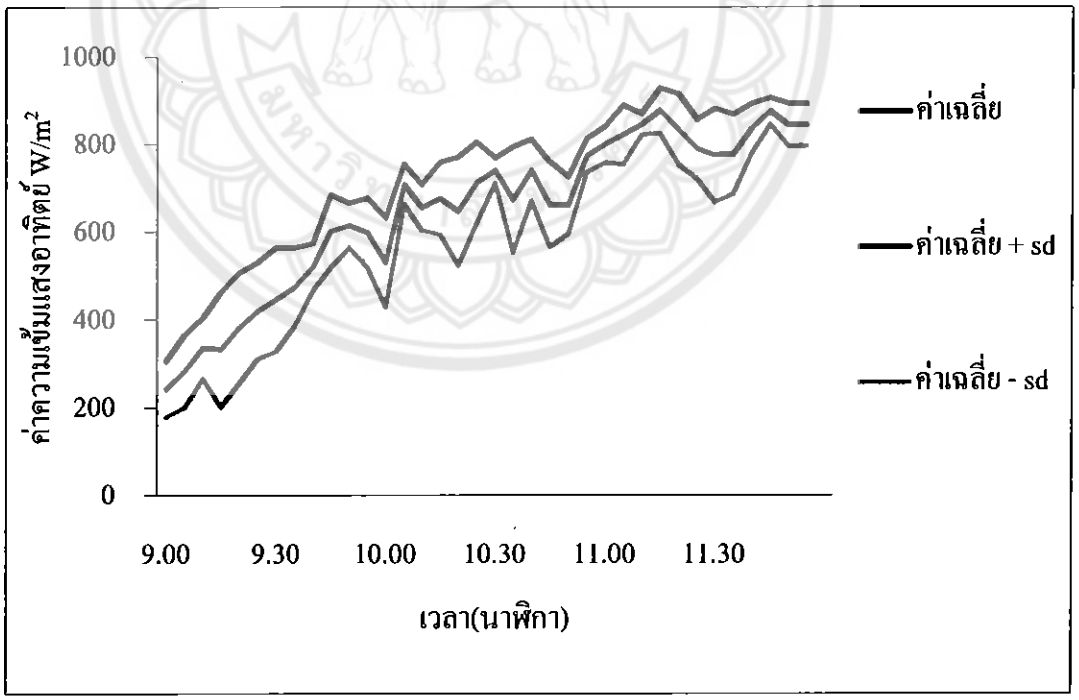
รูปที่ 4.2 อุณหภูมิเฉลี่ยภายในหม้อและภายนอกหม้อ
กรณี ไม่มีการประกอบอาหาร
เวลาบ่าย ของวันที่ 21, 23, 24, 28, พฤษภาคม พ.ศ. 2554



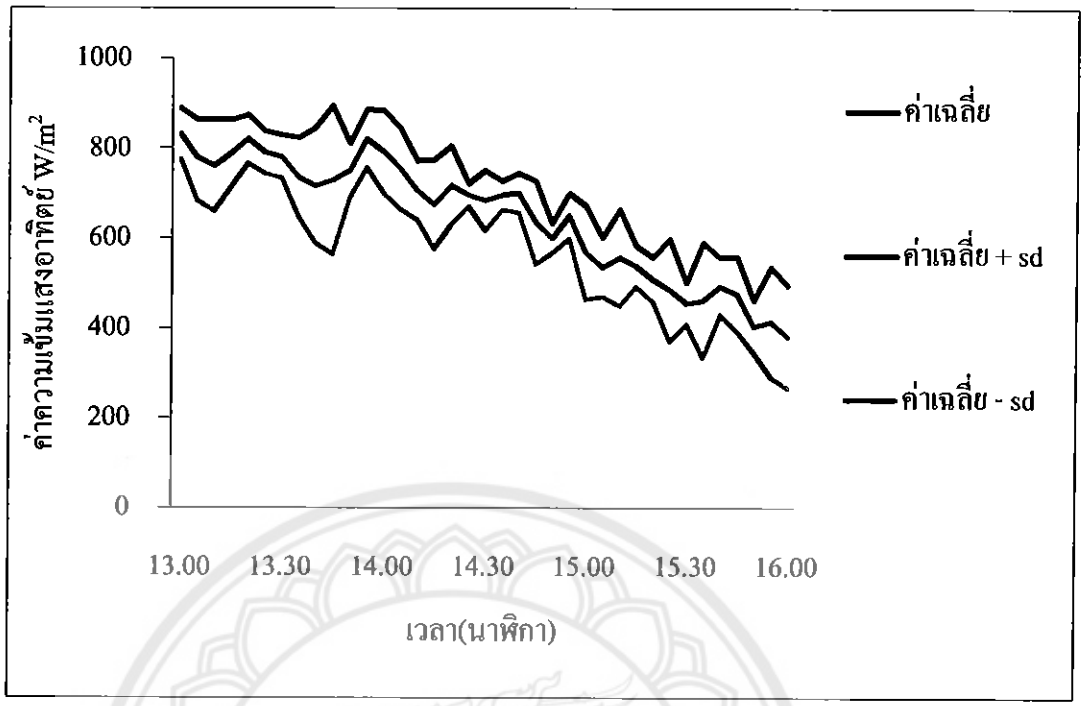
รูปที่ 4.3 การเพิ่มอุณหภูมิเฉลี่ยภายในหม้อและภายนอกหม้อ
กรณี ไม่มีการประกอบอาหาร
เวลาเช้า ของวันที่ 21, 23, 24, 28, พฤษภาคม พ.ศ. 2554



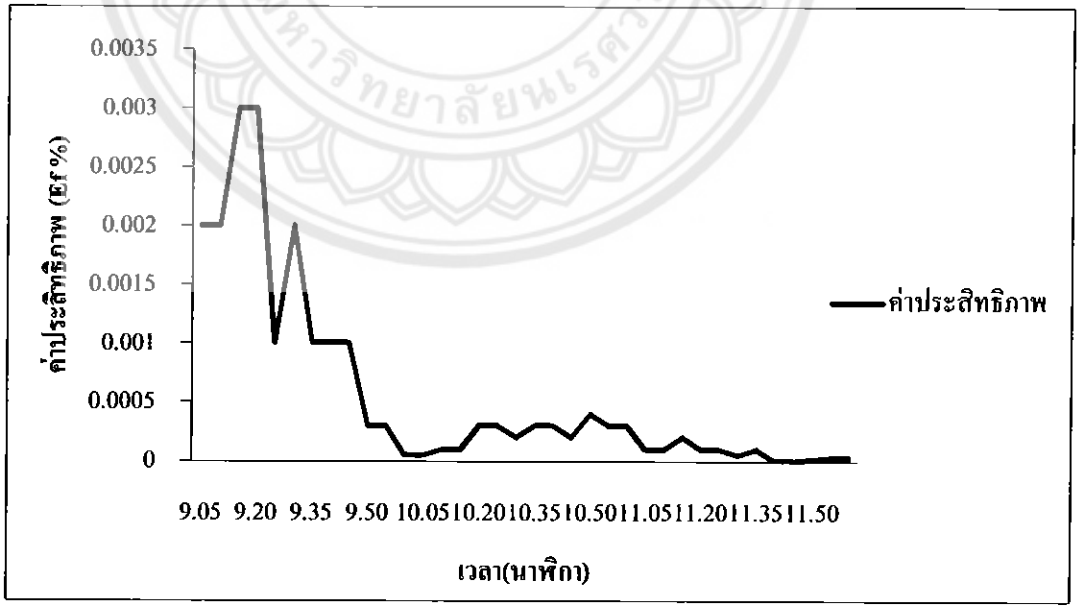
รูปที่ 4.4 การเพิ่มอุณหภูมิเฉลี่ยภายในหม้อและภายนอกหม้อ
กรณี ไม่มีการประกอบอาหาร
เวลาบ่าย ของวันที่ 21, 23, 24, 28, พฤษภาคม พ.ศ. 2554



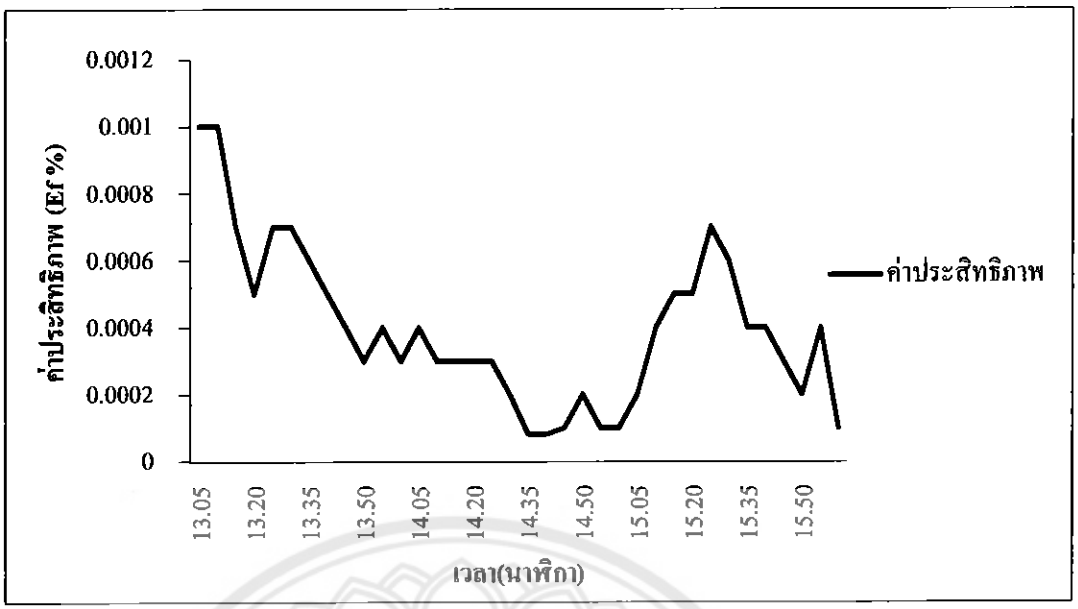
รูปที่ 4.5 ค่าความเข้มแสงอาทิตย์ W/m^2
กรณี ไม่มีการประกอบอาหาร
เวลาเช้า ของวันที่ 21, 23, 24, 28, พฤษภาคม พ.ศ. 2554



รูปที่ 4.6 ค่าความเข้มแสงอาทิตย์ W/m^2
กรณี ไม่มีการประกอบอาหาร
เวลาบ่าย ของวันที่ 21, 23, 24, 28, พฤษภาคม พ.ศ. 2554



รูปที่ 4.7 ประสิทธิภาพของเตาพลังงานแสงอาทิตย์
กรณี ไม่มีการประกอบอาหาร
เวลาเช้า ของวันที่ 21, 23, 24, 28, พฤษภาคม พ.ศ. 2554



รูปที่ 4.8 ประสิทธิภาพของเตาพลังงานแสงอาทิตย์
กรณี ไม่มีการประกอบอาหาร
เวลาบ่าย ของวันที่ 21, 23, 24, 28, พฤษภาคม พ.ศ. 2554

จากรูปที่ 4.7 ค่าประสิทธิภาพของการทดลองไม่ประกอบอาหาร ในเวลาเช้าประสิทธิภาพของระบบมีค่าสูงและลดต่ำลงมาเป็นระยะ จนเริ่มคงที่และมีค่าสูงขึ้นและลดลงสลับกันไปจนถึงเวลา 12.00 น.ในรูปที่ 4.8 ค่าประสิทธิภาพของการทดลองไม่ประกอบอาหารในเวลาบ่าย ประสิทธิภาพของระบบมีค่าสูง และลดต่ำลงมาเป็นระยะ จนเริ่มคงที่และมีค่าสูงขึ้นและลดลงสลับกันเช่นเดียวกันกับในเวลาเช้า แต่หลังจาก 15.00 น. ประสิทธิภาพของระบบมีค่าเพิ่มขึ้นแล้วเริ่มลดต่ำลงในเวลา 16.00 น.ทั้งนี้ประสิทธิภาพของระบบขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมขณะทำการทดลอง เช่นความเข้มแสงอาทิตย์ (W/m^2) ก้อมเฆมและลมที่พัดผ่านบริเวณนั้น

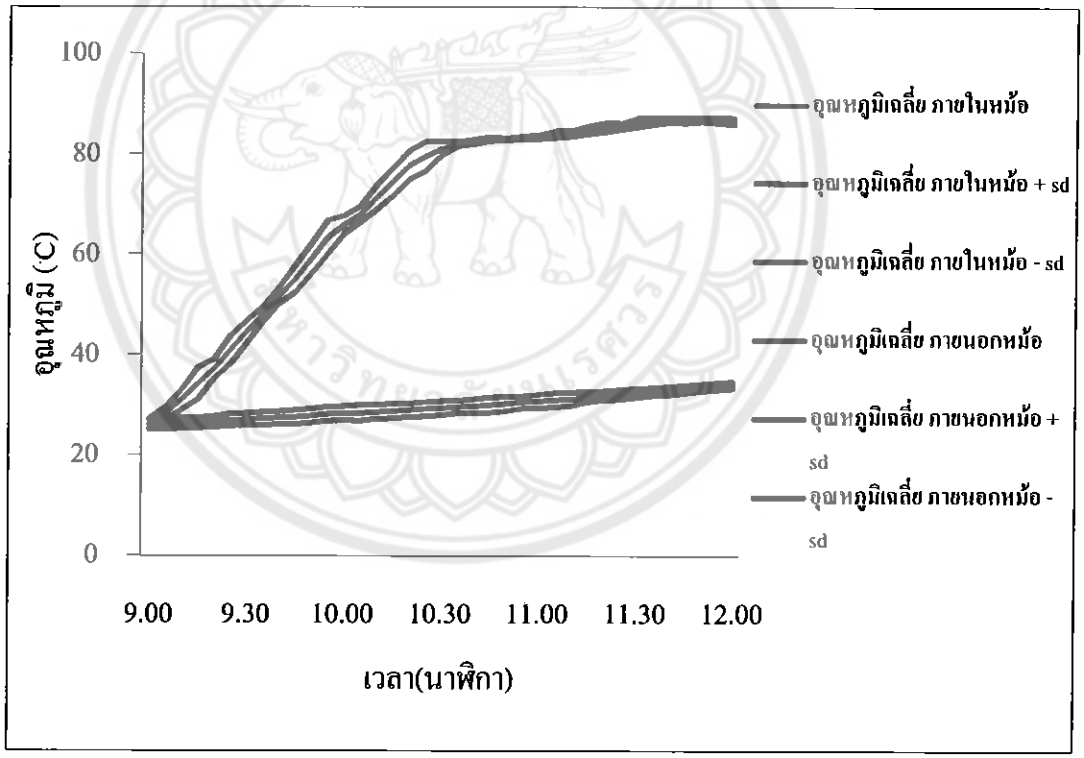
4.1.2 การทดลองกรณี ต้มน้ำเปล่า ปริมาตร 600 มิลลิลิตร เป็นเวลา 4 วันมีการทดลองดังนี้

1) นำน้ำเปล่า ปริมาณ 600 มิลลิลิตร เทลงในหม้อสะสมความร้อน แล้วนำหม้อสะสมความร้อน ไปวางไว้ในเตาพลังงานแสงอาทิตย์

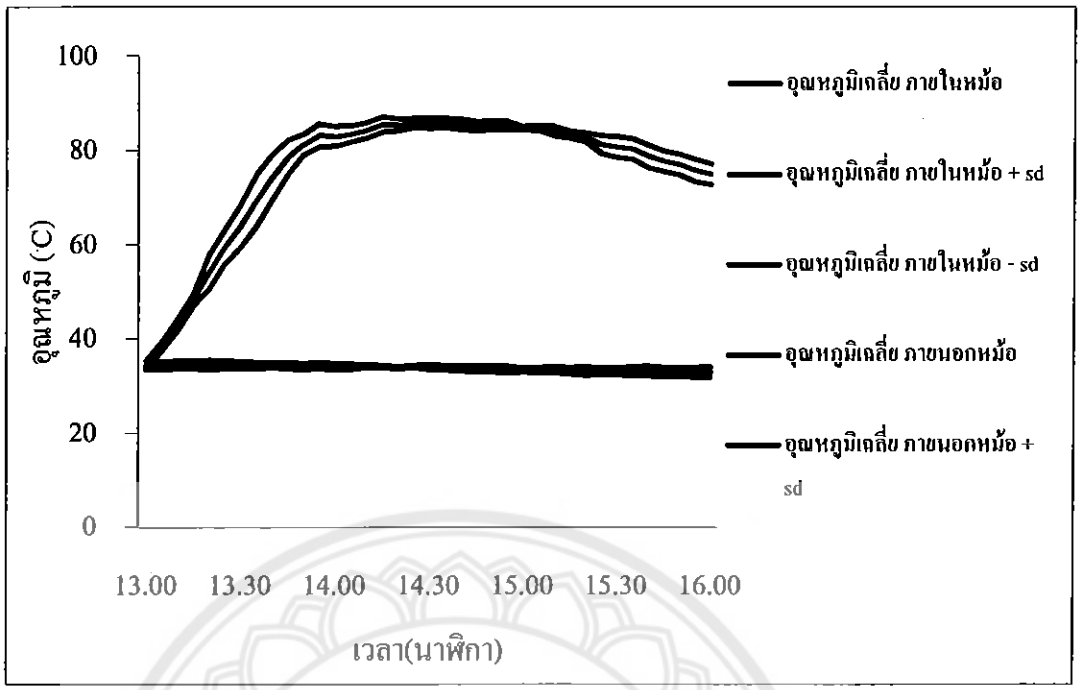
2) นำเตาพลังงานแสงอาทิตย์ วางไว้กลางแจ้ง เปิดแผงสะท้อนแสงให้ได้รับแสงอาทิตย์มากที่สุด

3) ทำการทดลอง เก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องทุกๆ 5 นาที

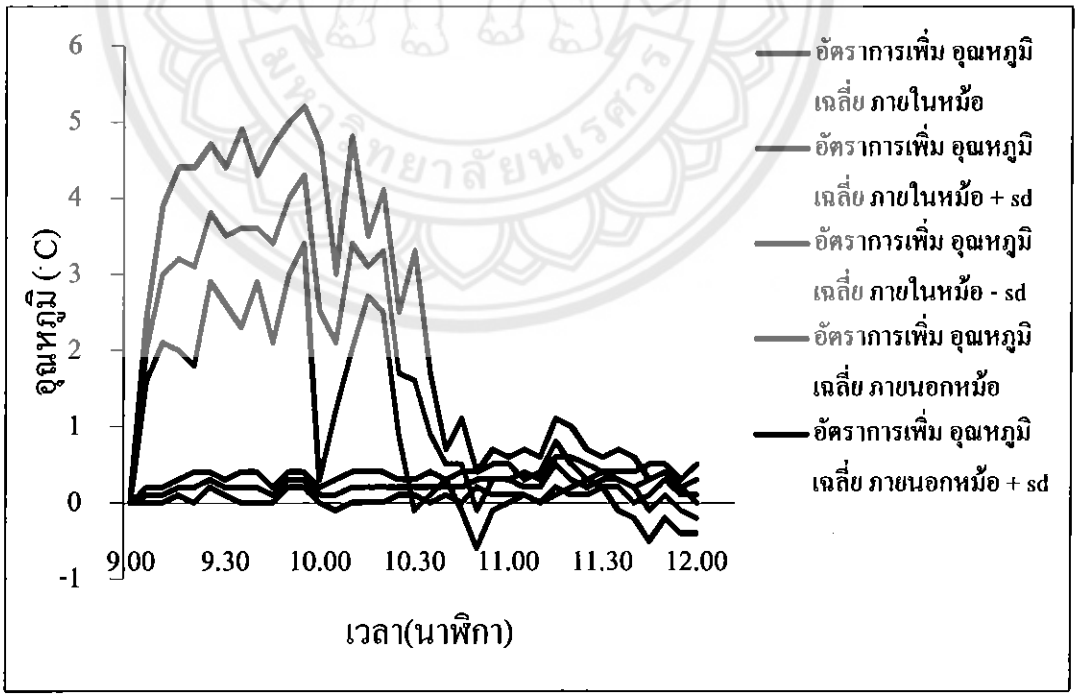
4) นำผลที่ได้จากการทดลองมาทำการวิเคราะห์ให้อยู่ในรูปของกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิภายในหม้อสะสมความร้อนเปรียบเทียบกับอุณหภูมิภายนอกหม้อสะสมความร้อน แบ่งเป็น 2 ช่วงในการเก็บข้อมูลเปรียบเทียบระหว่าง ช่วงที่ 1 ตั้งแต่เวลา 9.00 น. - 12.00 น. และช่วงที่ 2 ตั้งแต่เวลา 13.00 น. - 16.00 น. โดยอุณหภูมิสูงสุด คือ 87.8 องศาเซลเซียส ในเวลาบ่ายช่วงเวลา 14.10 - 14.15 น.



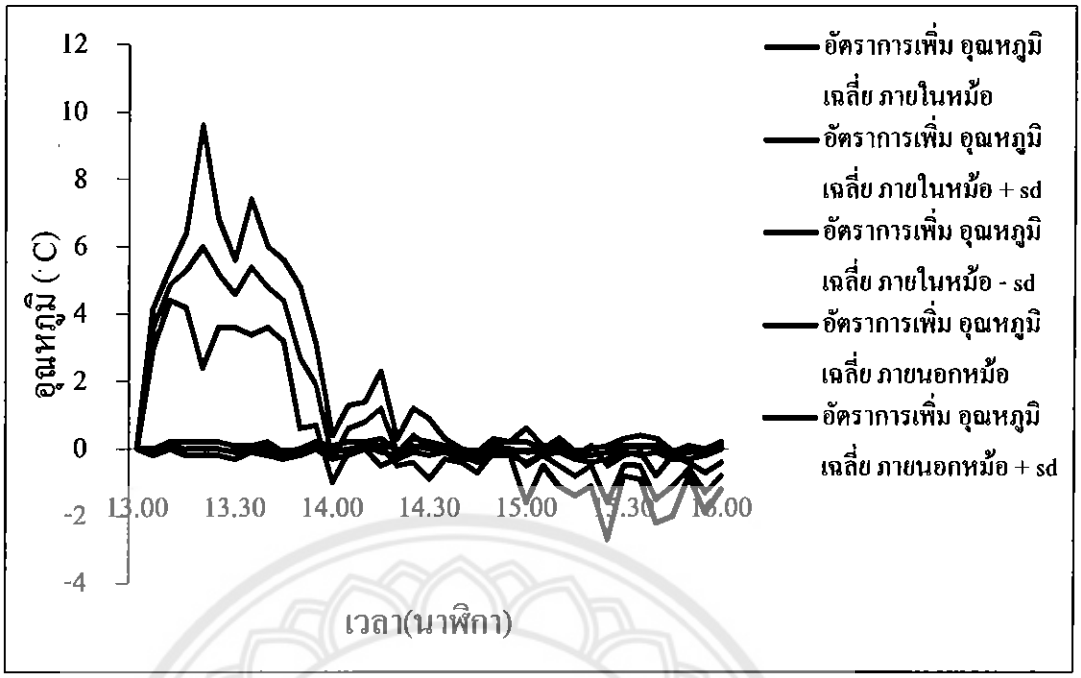
รูปที่ 4.9 อุณหภูมิเฉลี่ยภายในหม้อและภายนอกหม้อ
กรณี ต้มน้ำเปล่า 600 มิลลิลิตร
เวลาเช้า ของวันที่ 29, 30, 31, พฤษภาคม และวันที่ 1 มิถุนายน พ.ศ. 2554



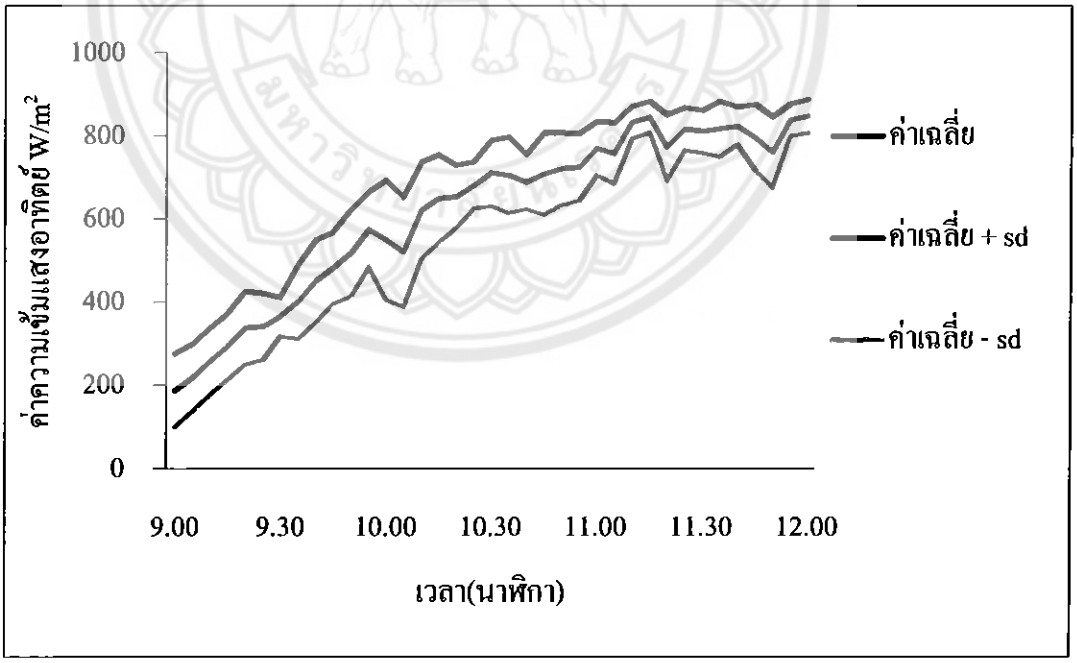
รูปที่ 4.10 อุณหภูมิเฉลี่ยภายในหม้อและภายนอกหม้อ
กรณี ต้มน้ำเปล่า 600 มิลลิลิตร
เวลาบ่าย ของวันที่ 29, 30, 31, พฤษภาคม และวันที่ 1 มิถุนายน พ.ศ. 2554



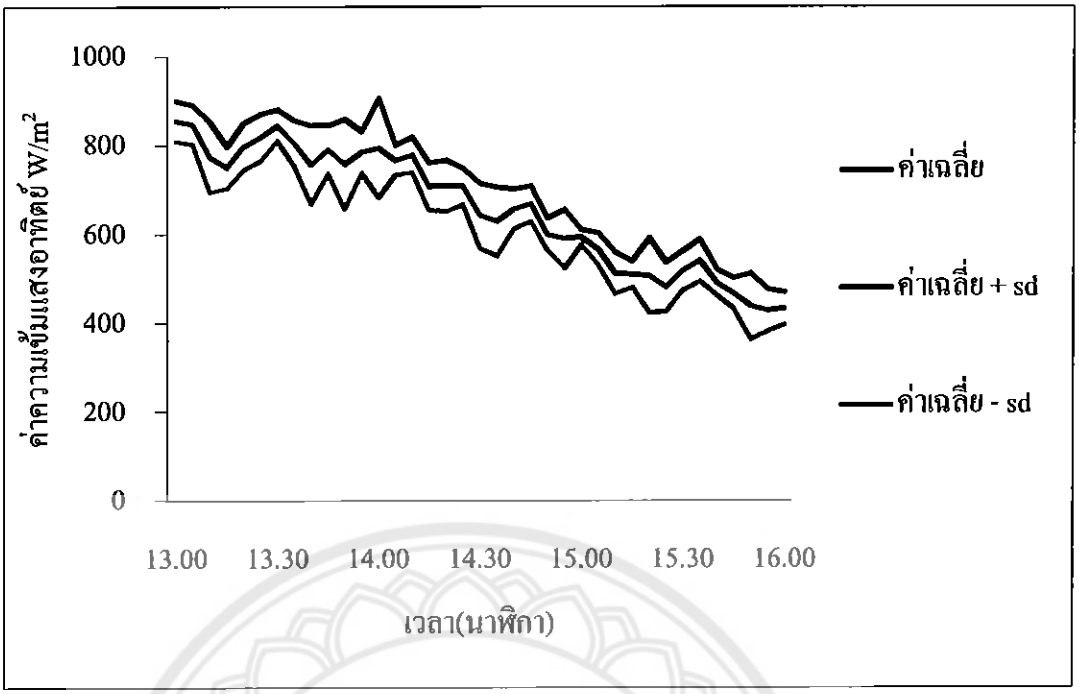
รูปที่ 4.11 การเพิ่มอุณหภูมิเฉลี่ยภายในหม้อและภายนอกหม้อ
กรณี ต้มน้ำเปล่า 600 มิลลิลิตร
เวลาเช้า ของวันที่ 29, 30, 31, พฤษภาคม และวันที่ 1 มิถุนายน พ.ศ. 2554



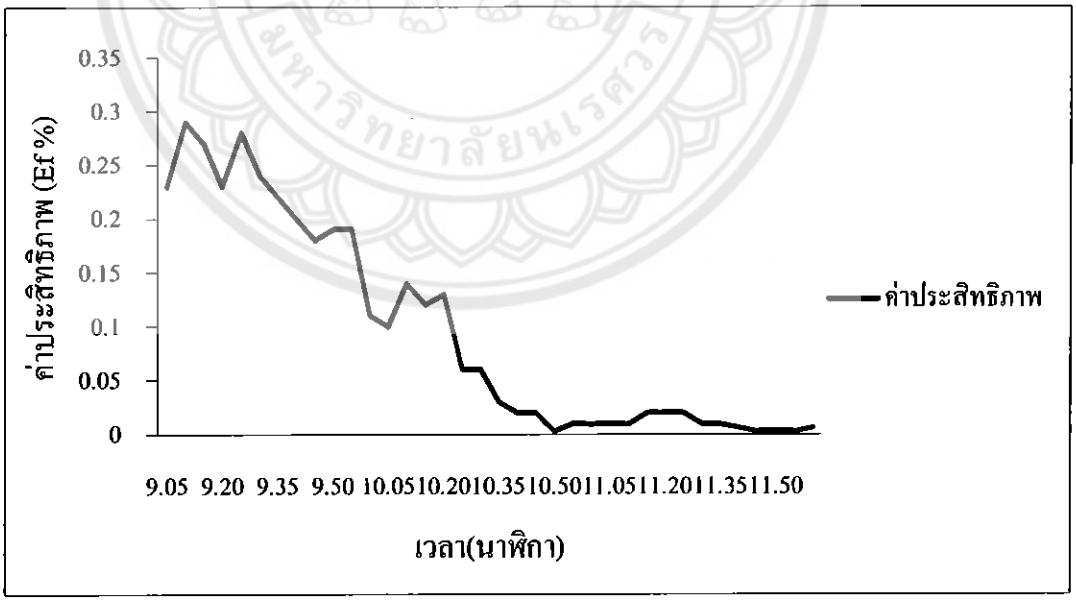
รูปที่ 4.12 การเพิ่มอุณหภูมิเฉลี่ยภายในหม้อและภายนอกหม้อ
กรณี ต้มน้ำเปล่า 600 มิลลิลิตร
เวลาบ่าย ของวันที่ 29, 30, 31, พฤษภาคม และวันที่ 1 มิถุนายน พ.ศ. 2554



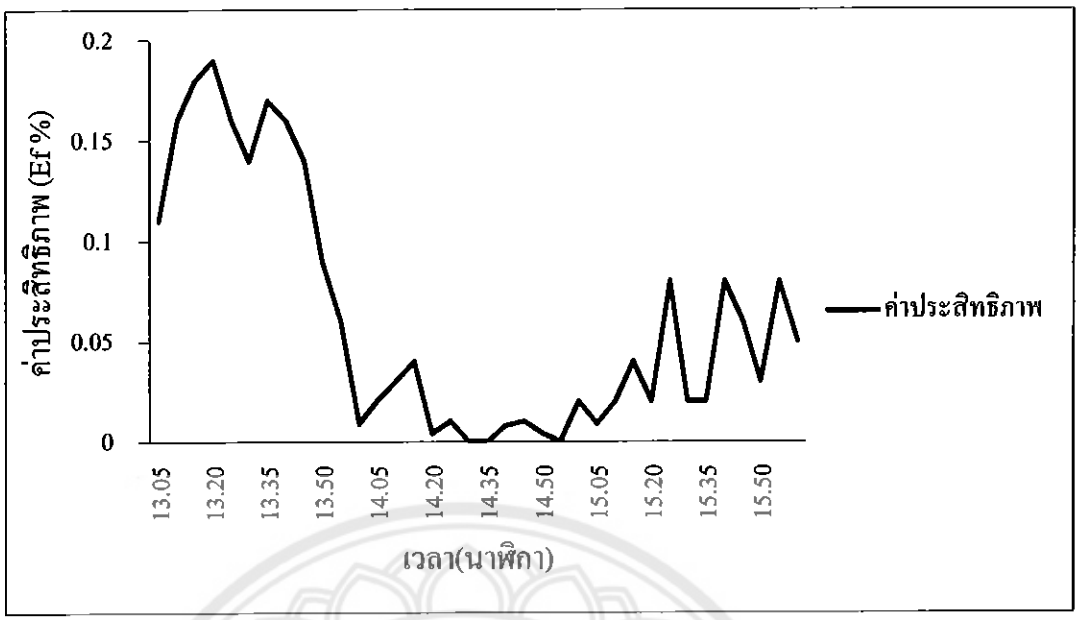
รูปที่ 4.13 ค่าความเข้มแสงอาทิตย์ W/m^2
กรณี ต้มน้ำเปล่า 600 มิลลิลิตร
เวลาเช้า ของวันที่ 29, 30, 31, พฤษภาคม และวันที่ 1 มิถุนายน พ.ศ. 2554



รูปที่ 4.14 ค่าความเข้มแสงอาทิตย์ W/m^2
กรณี ต้มน้ำเปล่า 600 มิลลิลิตร
เวลาบ่าย ของวันที่ 29, 30, 31, พฤษภาคม และวันที่ 1 มิถุนายน พ.ศ. 2554



รูปที่ 4.15 ประสิทธิภาพของเตาพลังงานแสงอาทิตย์
กรณี ต้มน้ำเปล่า 600 มิลลิลิตร
เวลาเช้า ของวันที่ 29, 30, 31, พฤษภาคม และวันที่ 1 มิถุนายน พ.ศ. 2554



รูปที่ 4.16 ประสิทธิภาพของเตาพลังงานแสงอาทิตย์
กรณี ต้มน้ำเปล่า 600 มิลลิลิตร
เวลาบ่าย ของวันที่ 29, 30, 31, พฤษภาคม และวันที่ 1 มิถุนายน พ.ศ. 2554

จากรูปที่ 4.15 ค่าประสิทธิภาพของการทดลองต้มน้ำเปล่า 600 มิลลิลิตรในเวลาเช้า ประสิทธิภาพของระบบมีค่าสูงและลดต่ำลงสลับกันเป็นระยะ จนเริ่มคงที่และมีค่าสูงขึ้นและลดลงสลับกันในบางช่วงไปจนถึงเวลา 12.00 น. ในรูปที่ 4.16 ค่าประสิทธิภาพของการทดลองต้มน้ำเปล่า 600 มิลลิลิตร ในเวลาบ่าย ประสิทธิภาพของระบบมีค่าสูงและลดต่ำลงมาเป็นระยะ จนเริ่มคงที่ในเวลา 15.00 น. และหลังจากนั้นมีค่าสูงขึ้นและลดลงสลับกันอย่างต่อเนื่องจนถึงเวลา 16.00 น.ทั้งนี้ประสิทธิภาพของระบบขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมขณะทำการทดลอง เช่น ความเข้มแสงอาทิตย์ (W/m^2) ก้อมเฆม และลมที่พัดผ่านบริเวณนั้น

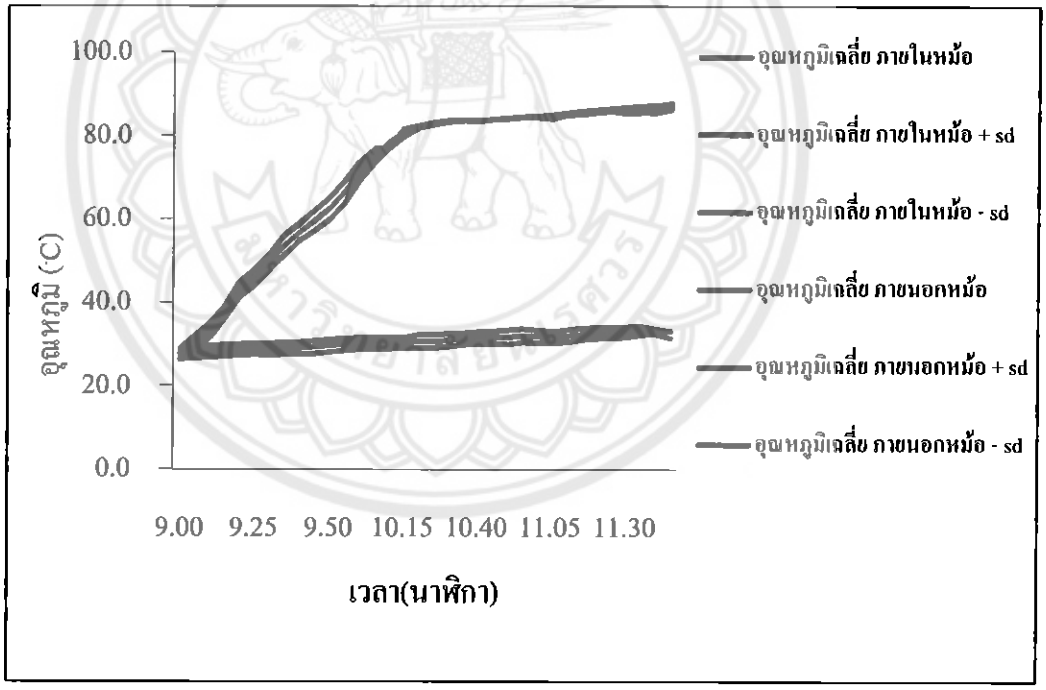
4.1.3 การทดลองกรณี หุงข้าวสาร ปริมาณ 400 กรัม ในน้ำ 600 มิลลิลิตร เป็นเวลา 4 วันมีการทดลองดังนี้

1) นำข้าวสาร ปริมาณ 400 กรัม ใส่ในหม้อสะสมความร้อน แล้วเทน้ำ ปริมาณ 600 มิลลิลิตรลงไป ทิ้งไว้ 15 นาที แล้วนำหม้อสะสมความร้อน ไปวางไว้ในเตาพลังงานแสงอาทิตย์

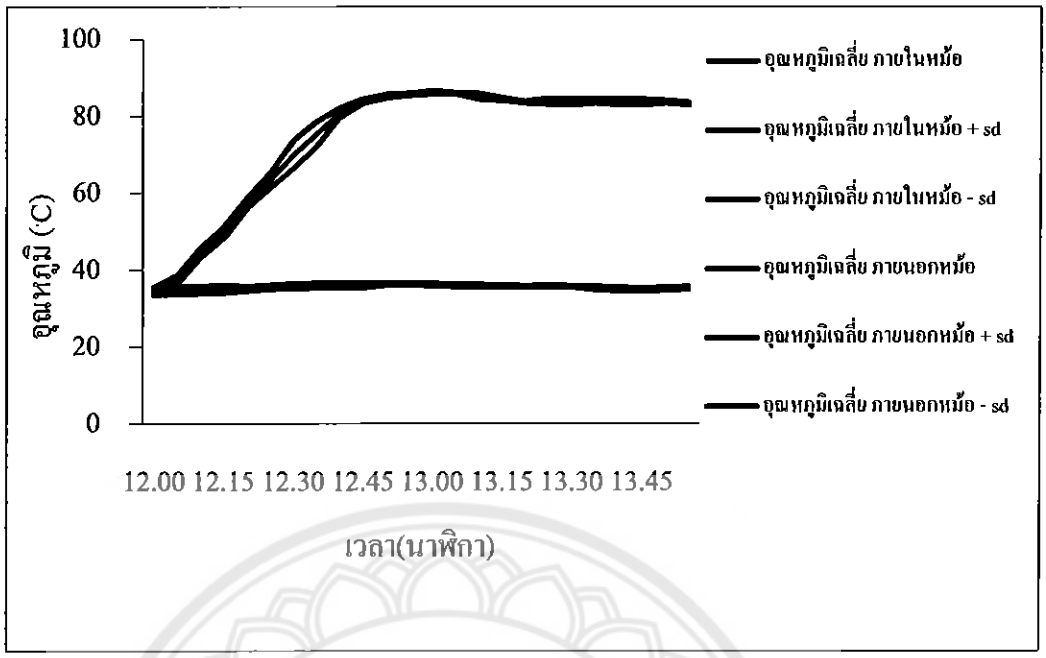
2) นำเตาพลังงานแสงอาทิตย์ วางไว้กลางแจ้ง เปิดแผงสะท้อนแสงให้ได้รับแสงอาทิตย์มากที่สุด

3) ทำการทดลอง เก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องทุกๆ 5 นาที

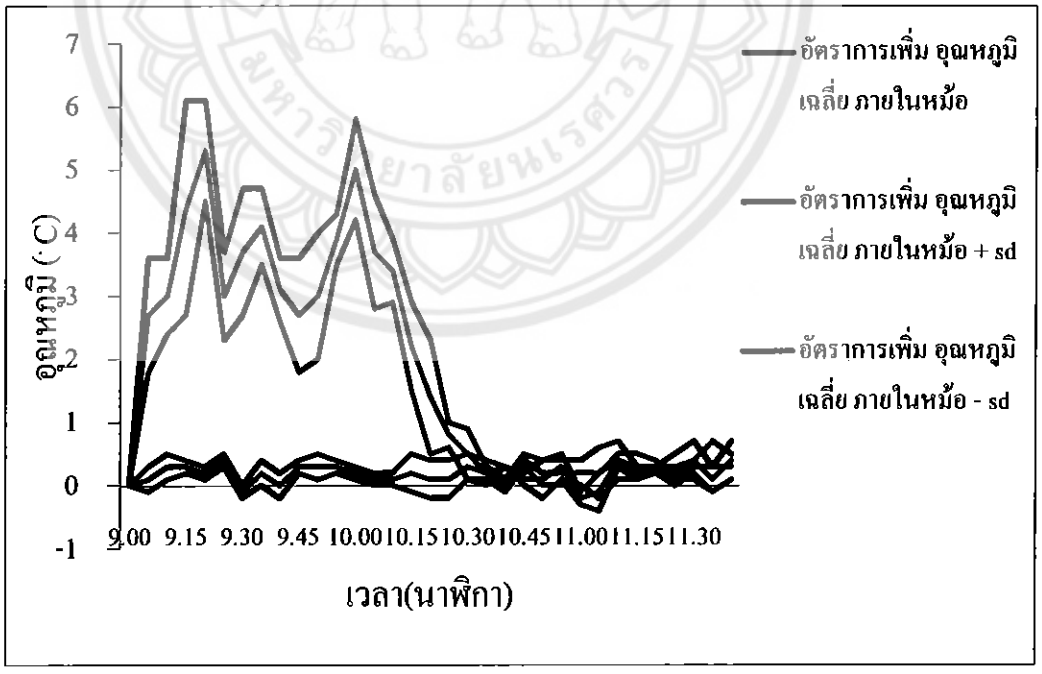
4) นำผลที่ได้จากการทดลองมาทำการวิเคราะห์ให้อยู่ในรูปของกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิภายในหม้อสะสมความร้อนเปรียบเทียบกับอุณหภูมิภายนอกหม้อสะสมความร้อน แบ่งเป็น 2 ช่วงในการเก็บข้อมูลเปรียบเทียบระหว่าง ช่วงที่ 1 ตั้งแต่เวลา 9.00 น จนถึงเวลาที่ข้าวสุก และ ช่วงที่ 2 ตั้งแต่เวลา 12.00 น จนถึงเวลาที่ข้าวสุก โดยอุณหภูมิสูงสุด คือ 87.1 องศาเซลเซียส ในเวลาเช้า ช่วงเวลา 11.30 - 11.35 น.



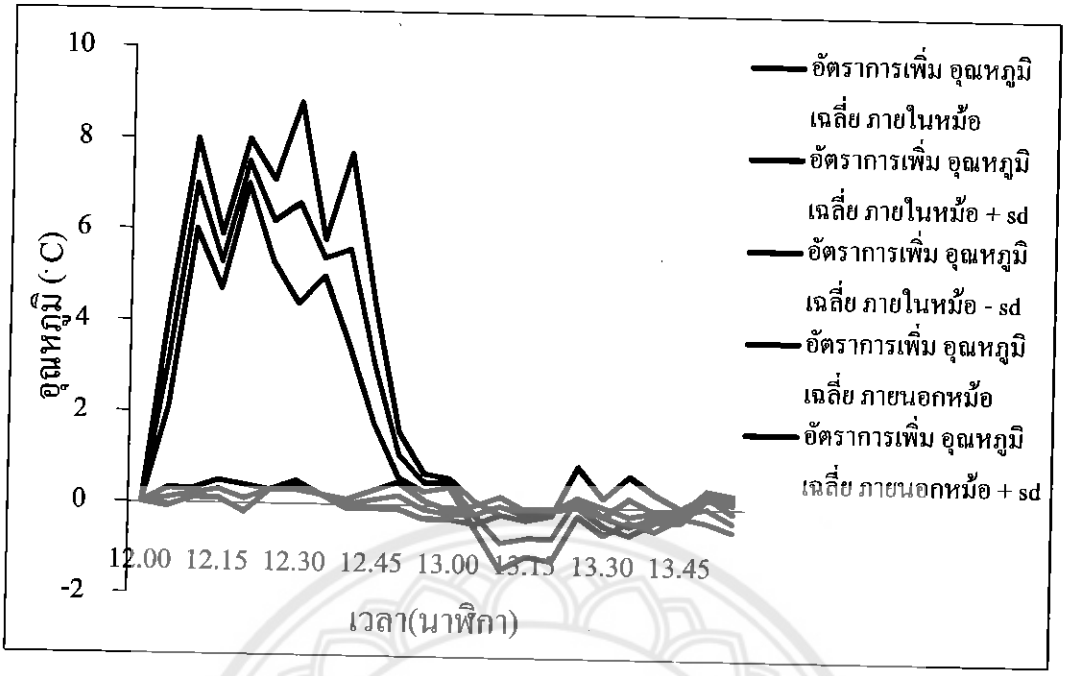
รูปที่ 4.17 อุณหภูมิเฉลี่ยภายในหม้อและภายนอกหม้อ
กรณี หุงข้าวสาร ปริมาณ 400 กรัม ในน้ำ 600 มิลลิลิตร
เวลาเช้า ของวันที่ 8, 18, 22, 25 เมษายน พ.ศ. 2554



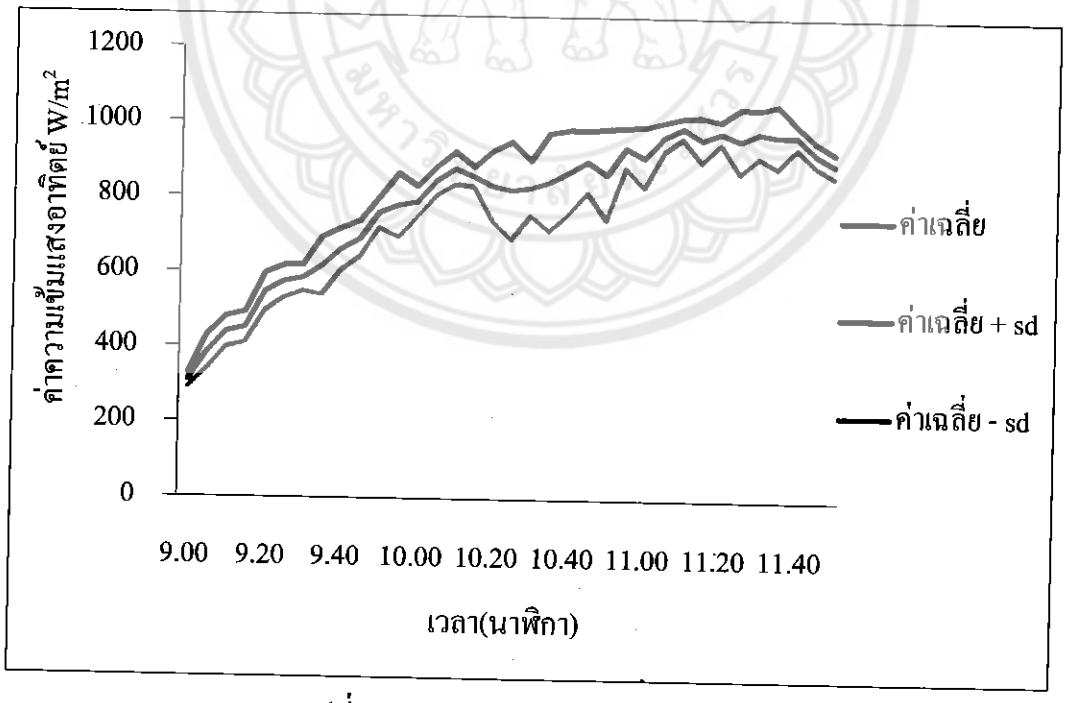
รูปที่ 4.18 อุณหภูมิเฉลี่ยภายในหม้อและภายนอกหม้อ
กรณี หุงข้าวสาร ปริมาณ 400 กรัม ในน้ำ 600 มิลลิลิตร
เวลาบ่าย ของวันที่ 8, 18, 22, 25 เมษายน พ.ศ. 2554



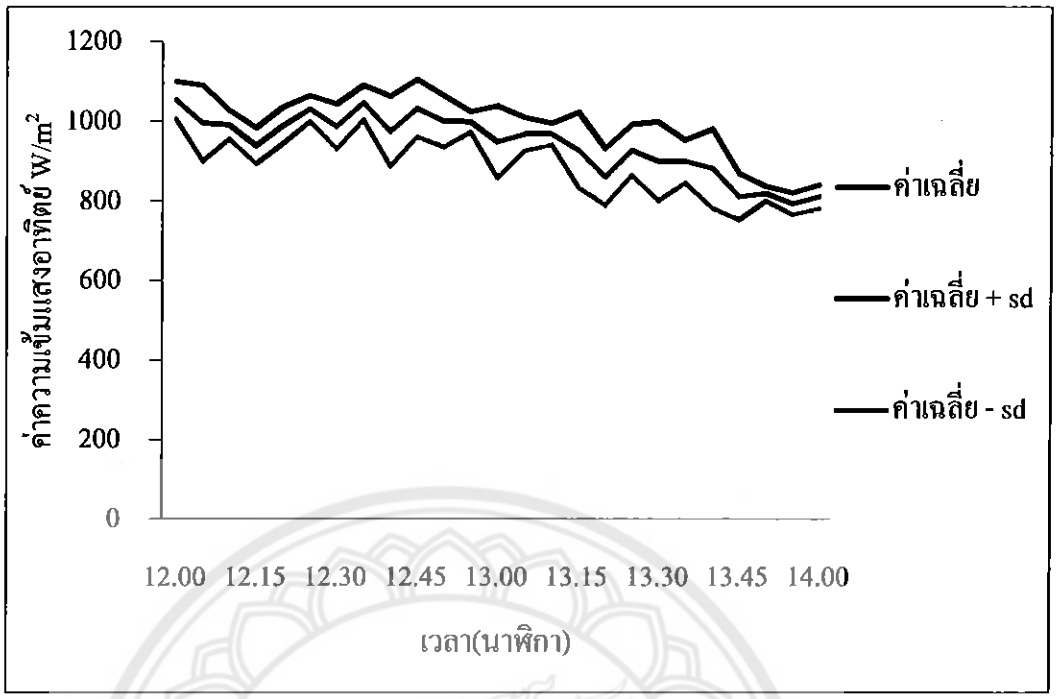
รูปที่ 4.19 การเพิ่มอุณหภูมิเฉลี่ยภายในหม้อและภายนอกหม้อ
กรณี หุงข้าวสาร ปริมาณ 400 กรัม ในน้ำ 600 มิลลิลิตร
เวลาเช้า ของวันที่ 8, 18, 22, 25 เมษายน พ.ศ. 2554



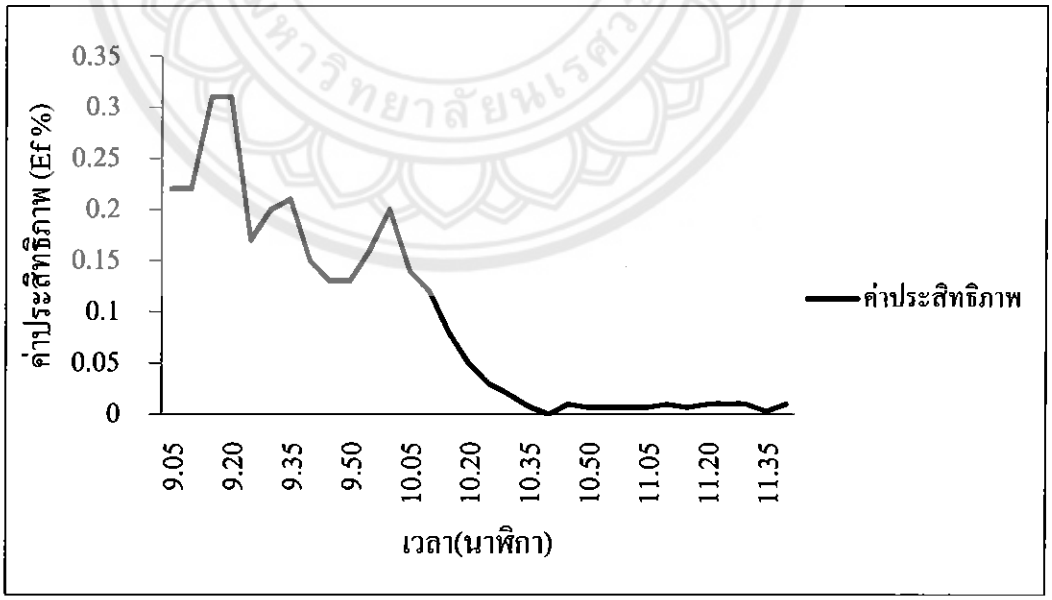
รูปที่ 4.20 การเพิ่มอุณหภูมิเฉลี่ยภายในหม้อและภายนอกหม้อ
กรณี หุงข้าวสาร ปริมาณ 400 กรัม ในน้ำ 600 มิลลิลิตร
เวลาบ่าย ของวันที่ 8, 18, 22, 25 เมษายน พ.ศ. 2554



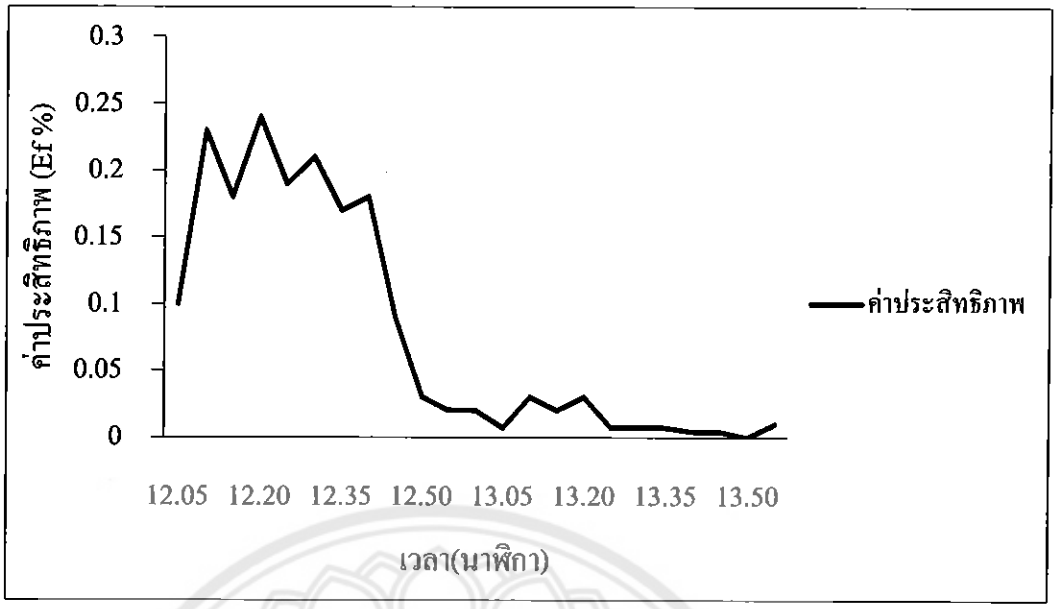
รูปที่ 4.21 ค่าความเข้มแสงอาทิตย์ W/m^2
กรณี หุงข้าวสาร ปริมาณ 400 กรัม ในน้ำ 600 มิลลิลิตร
เวลาเช้า ของวันที่ 8, 18 , 22, 25 เมษายน พ.ศ. 2554



รูปที่ 4.22 ค่าความเข้มแสงอาทิตย์ W/m^2
กรณี หุงข้าวสาร ปริมาณ 400 กรัม ในน้ำ 600 มิลลิลิตร
เวลาบ่าย ของวันที่ 8, 18, 22, 25 เมษายน พ.ศ. 2554



รูปที่ 4.23 ประสิทธิภาพของเตาพลังงานแสงอาทิตย์
กรณี หุงข้าวสาร ปริมาณ 400 กรัม ในน้ำ 600 มิลลิลิตร
เวลาเช้า ของวันที่ 8, 18, 22, 25 เมษายน พ.ศ. 2554



รูปที่ 4.24 ประสิทธิภาพของเตาพลังงานแสงอาทิตย์
กรณี หุงข้าวสาร ปริมาณ 400 กรัม ในน้ำ 600 มิลลิลิตร
เวลาบ่าย ของวันที่ 8, 18 ,22, 25 เมษายน พ.ศ. 2554

จากรูปที่ 4.23 ค่าประสิทธิภาพของการทดลองหุงข้าวสารปริมาณ 400 กรัมในน้ำ 600 มิลลิลิตร เวลาเช้า ประสิทธิภาพของระบบมีค่าสูงและลดต่ำลงสลับกันเป็นระยะ และลดต่ำลงจนเริ่มคงที่ ที่เวลา 10.30 น.ไปจนถึงเวลา 11.40 น.ในรูปที่ 4.24 ค่าประสิทธิภาพของการทดลองทดลองหุงข้าวสาร ปริมาณ 400 กรัม ในน้ำ 600 มิลลิลิตร เวลาบ่าย ประสิทธิภาพของระบบมีค่าสูงและลดต่ำลงสลับกันเป็นระยะ และลดต่ำลงในเวลา 12.50 น.จากนั้นมีค่าเพิ่มขึ้นและลดลงสลับกันจนคงเริ่มคงที่ ในเวลา 13.25 น.ไปจนถึงเวลา 13.50 น. ทั้งนี้ประสิทธิภาพของระบบขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมขณะทำการทดลอง เช่น ความเข้มแสงอาทิตย์ (W/m^2) ก้อมเฆม และลมที่พัดผ่านบริเวณนั้น

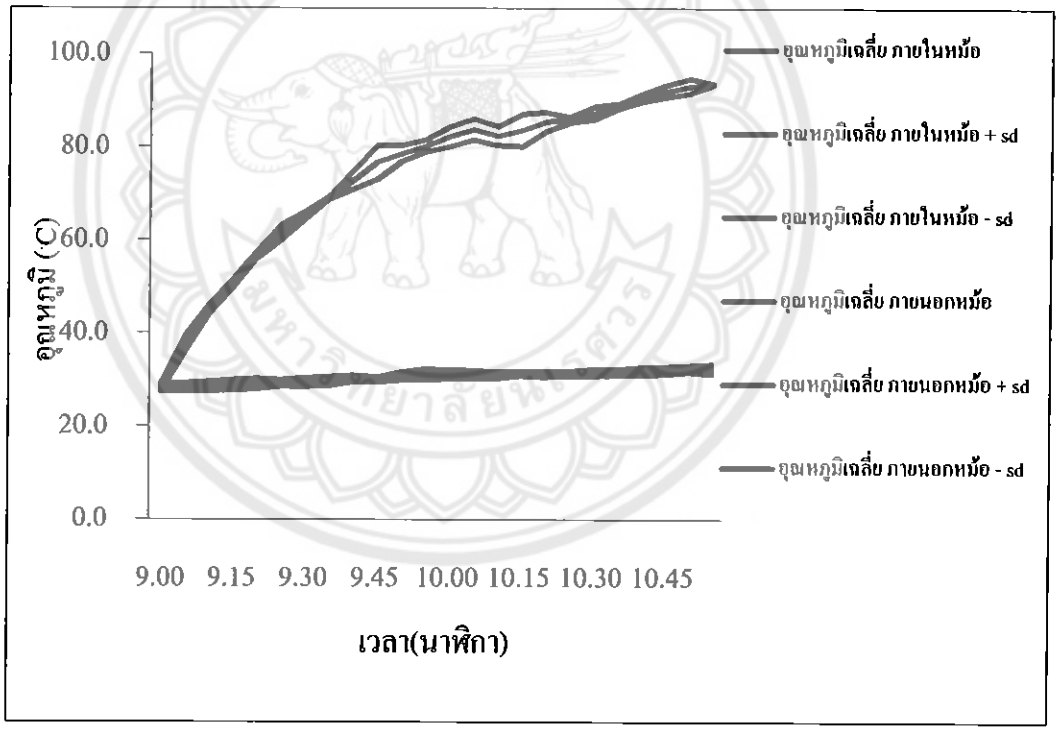
4.1.4 การทดลองกรณี อบเนื้อไก่ 150 กรัม เป็นเวลา 4 วันมีการทดลองดังนี้

1) เตรียมเนื้อไก่น้ำหนัก 150 กรัม ห่อด้วยกระดาษอลูมิเนียมฟอยล์ ใส่หม้อสะสมความร้อน แล้วนำหม้อสะสมความร้อน ไปวางไว้ในเตาพลังงานแสงอาทิตย์

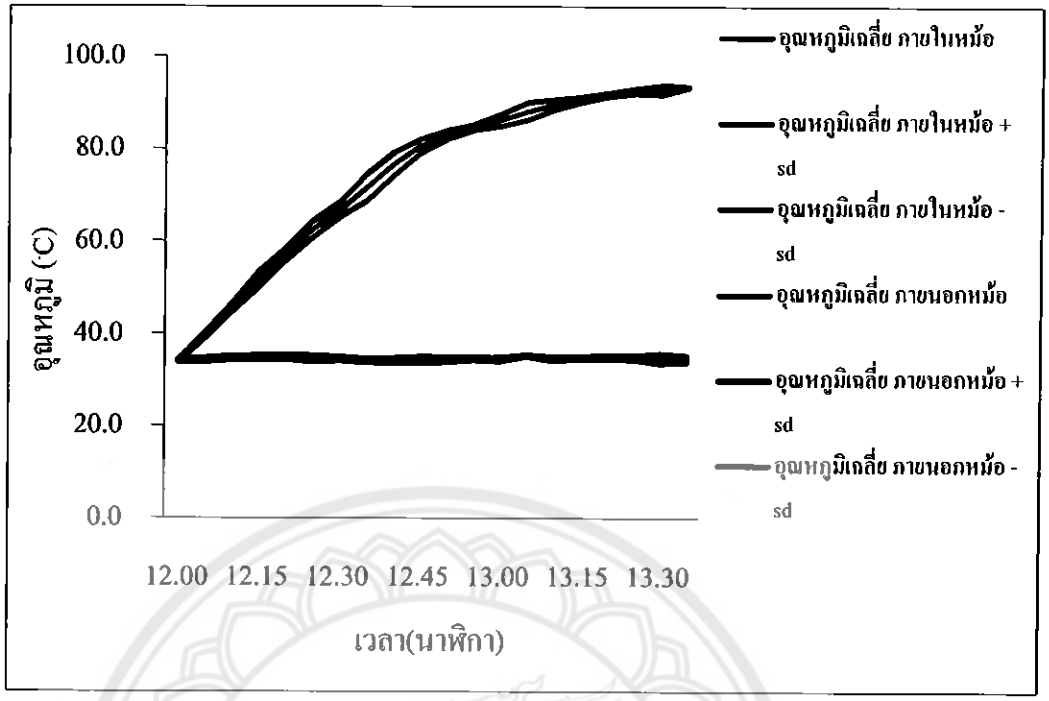
2) นำเตาพลังงานแสงอาทิตย์ วางไว้กลางแจ้ง เปิดแผงสะท้อนแสงให้ได้รับแสงอาทิตย์มากที่สุด

3) ทำการทดลอง เก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องทุกๆ 5 นาที

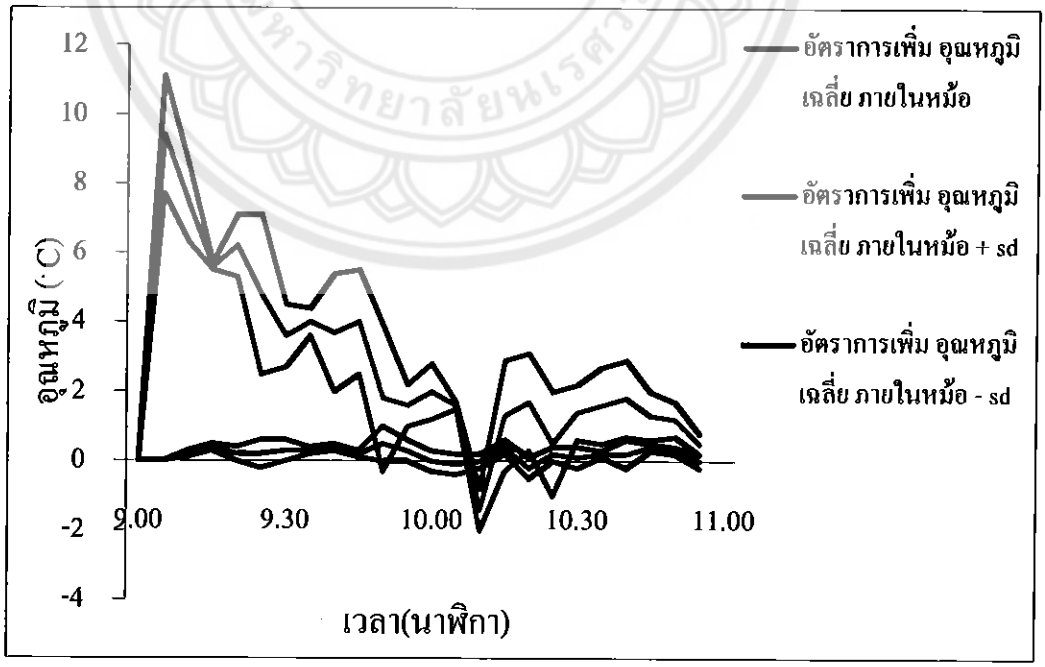
4) นำผลที่ได้จากการทดลองมาทำการวิเคราะห์ให้อยู่ในรูปของกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิภายในหม้อสะสมความร้อนเปรียบเทียบกับอุณหภูมิภายนอกหม้อสะสมความร้อน แบ่งเป็น 2 ช่วงในการเก็บข้อมูลเปรียบเทียบระหว่าง ช่วงที่ 1 ตั้งแต่เวลา 9.00 น จนถึงเวลาที่เนื้อไก่สุก และ ช่วงที่ 2 ตั้งแต่เวลา 12.00 น จนถึงเวลาที่เนื้อไก่สุก โดยอุณหภูมิสูงสุด คือ 94.8 องศาเซลเซียส ในเวลาเช้าช่วงเวลา 10.55 - 11.00 น.



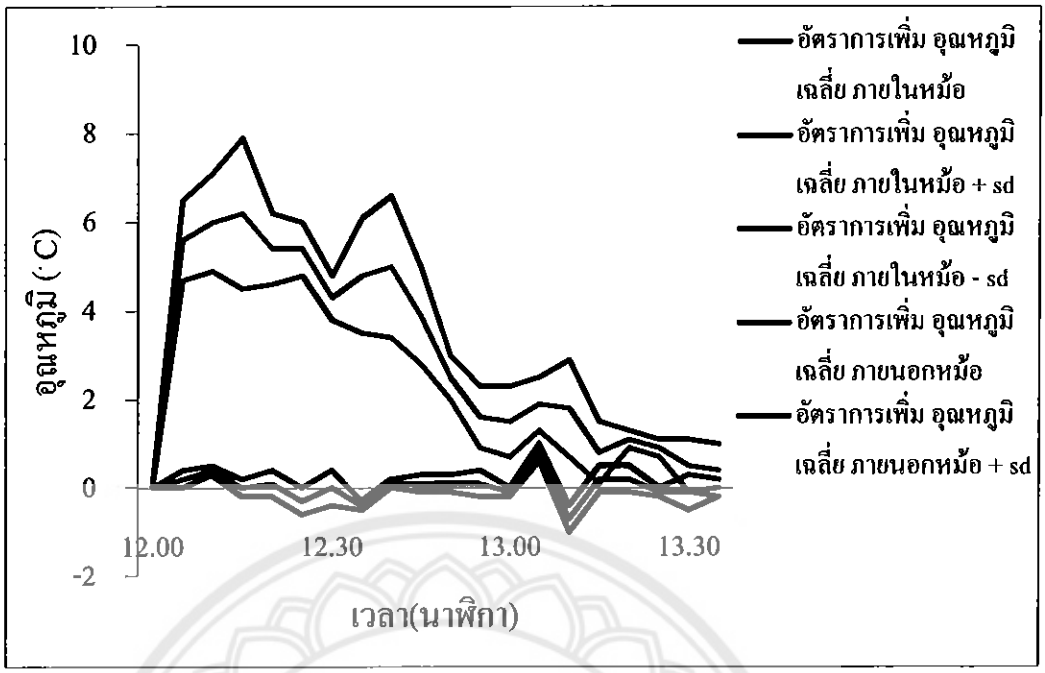
รูปที่ 4.25 อุณหภูมิเฉลี่ยภายในหม้อและภายนอกหม้อ
กรณี อบเนื้อไก่ 150 กรัม
เวลาเช้า ของวันที่ 26, 27, 29, 30 เมษายน พ.ศ. 2554



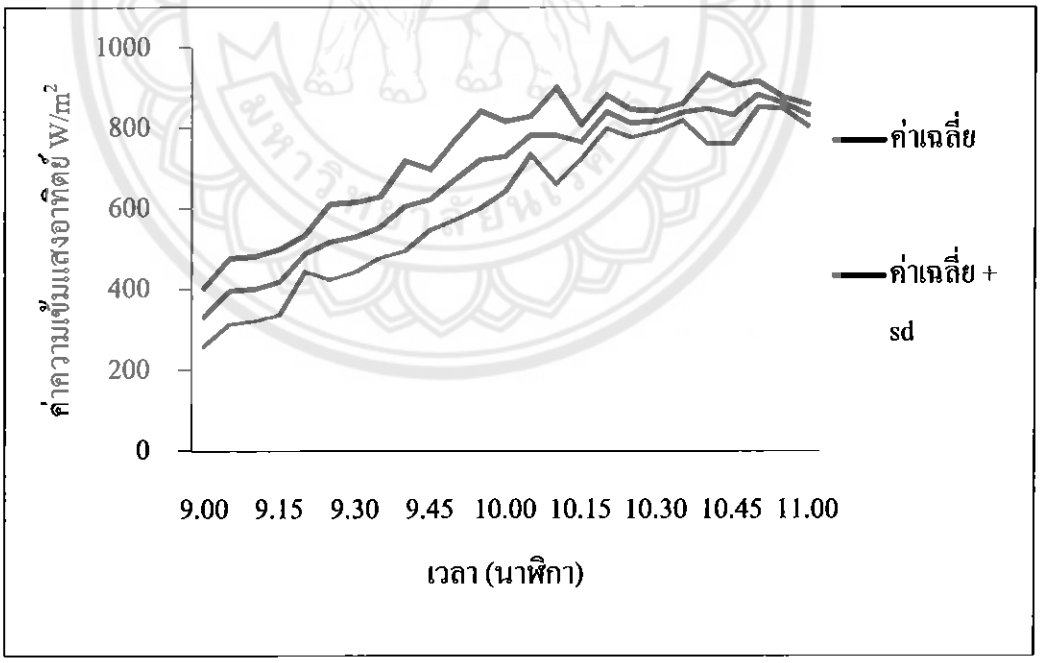
รูปที่ 4.26 อุณหภูมิเฉลี่ยภายในหม้อและภายนอกหม้อ
กรณี อบเนื้อไก่ 150 กรัม
เวลาบ่าย ของวันที่ 26, 27, 29, 30 เมษายน พ.ศ. 2554



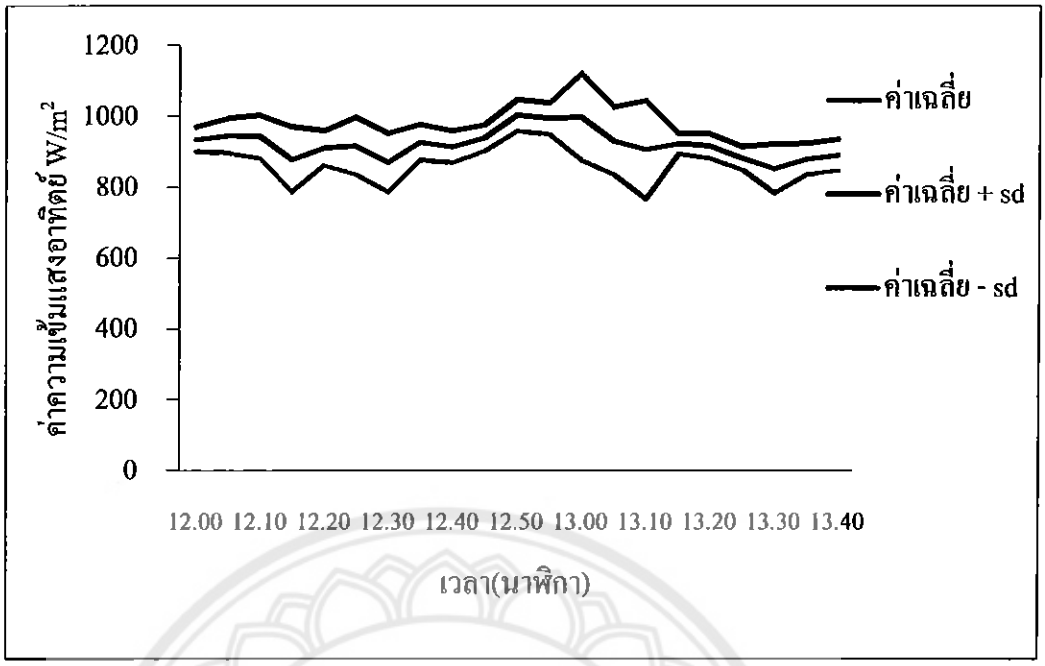
รูปที่ 4.27 การเพิ่มอุณหภูมิเฉลี่ยภายในหม้อและภายนอกหม้อ
กรณี อบเนื้อไก่ 150 กรัม
เวลาเช้า ของวันที่ 26, 27, 29, 30 เมษายน พ.ศ. 2554



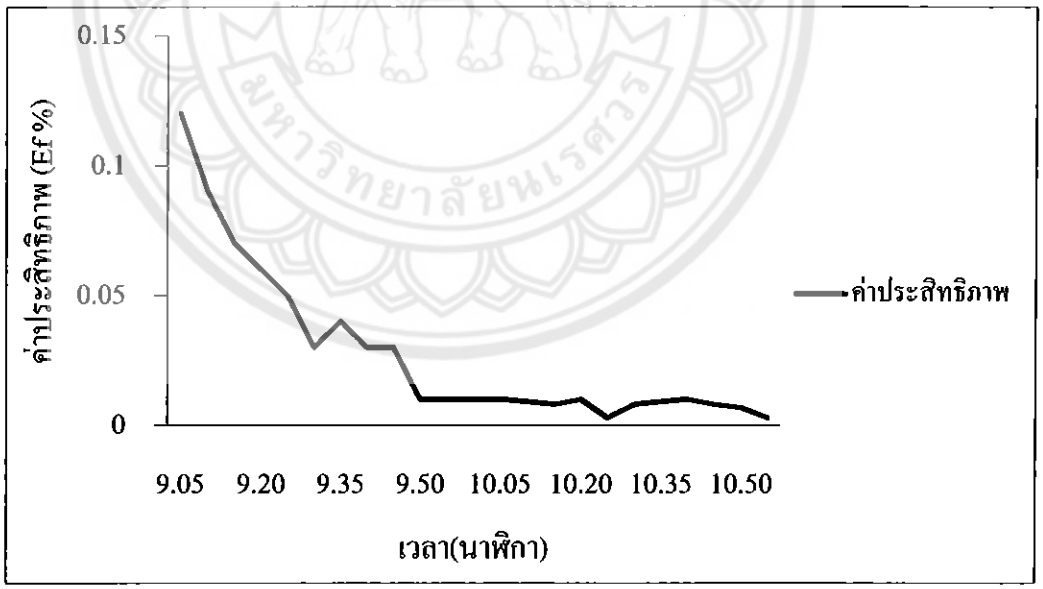
รูปที่ 4.28 การเพิ่มอุณหภูมิเฉลี่ยภายในหม้อและภายนอกหม้อ
กรณี อบเนื้อไก่ 150 กรัม
เวลาบ่าย ของวันที่ 26,27,29,30 เมษายน พ.ศ. 2554



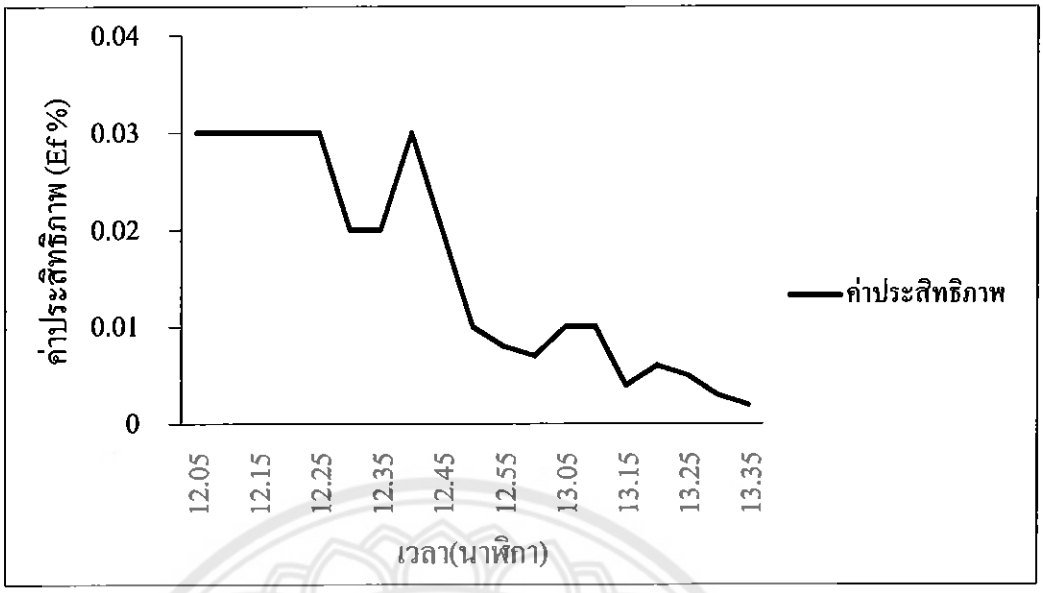
รูปที่ 4.29 ค่าความเข้มแสงอาทิตย์ W/m^2
กรณี อบเนื้อไก่ 150 กรัม
เวลาเช้า ของวันที่ 26, 27, 29, 30 เมษายน พ.ศ. 2554



รูปที่ 4.30 ค่าความเข้มแสงอาทิตย์ W/m^2
กรณี อบเนื้อไก่ 150 กรัม
เวลาบ่าย ของวันที่ 26, 27, 29, 30 เมษายน พ.ศ. 2554



รูปที่ 4.31 ประสิทธิภาพของเตาพลังงานแสงอาทิตย์
กรณี อบเนื้อไก่ 150 กรัม
เวลาเช้า ของวันที่ 26, 27, 29, 30 เมษายน พ.ศ. 2554



รูปที่ 4.32 ประสิทธิภาพของเตาพลังงานแสงอาทิตย์
กรณี อบเนื้อไก่ 150 กรัม
เวลาบ่าย ของวันที่ 26, 27, 29, 30 เมษายน พ.ศ. 2554

จากรูปที่ 4.31 ค่าประสิทธิภาพของการทดลองอบเนื้อไก่ 150 กรัมในเวลาเช้าประสิทธิภาพของระบบมีค่าสูงและลดต่ำลงอย่างต่อเนื่องไปจนถึง เวลา 9.50 น. และมีค่าคงที่จนถึงเวลา 10.50 น. ในรูปที่ 4.32 ค่าประสิทธิภาพของการทดลองอบเนื้อไก่ 150 กรัมในเวลาบ่าย ประสิทธิภาพของระบบมีค่าสูงและคงที่ไปจนถึงเวลา 12.25 น. หลังจากนั้นมีค่าลดลงและเพิ่มขึ้นสลับกันแล้วค่อยลดต่ำลงมาเป็นระยะจนถึงเวลา 13.30 น. ทั้งนี้ประสิทธิภาพของระบบขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมขณะทำการทดลอง เช่น ความเข้มแสงอาทิตย์ (W/m^2) ก้อมเมม และลมที่พัดผ่านบริเวณนั้น

4.2 วิเคราะห์ผลการทดลอง

กรณี ไม่มีการประกอบอาหาร เป็นเวลา 4 วัน

ในการทดลอง ไม่มีการประกอบอาหาร ใช้เวลาในการทดลองทั้งหมด 4 วัน แบ่งการทดลองออกเป็น สองช่วง คือช่วงเช้า ตั้งแต่ เวลา 9.00 น. – 12.00 น.และช่วงบ่ายตั้งแต่เวลา 13.00 น. – 16.00 น.อุณหภูมิเฉลี่ยภายในหม้อ ช่วงเช้า เท่ากับ 82.6°C อุณหภูมิสูงสุดวัดได้ 103.9°C ขณะที่อุณหภูมิภายนอกหม้อสูงสุดวัดได้ 34.3 °C อุณหภูมิเฉลี่ยภายนอกหม้อ เท่ากับ 29.9 °C ความเข้มแสงอาทิตย์อยู่ในช่วง 241.2 – 876.3 W/m^2 และค่าเฉลี่ยความเข้มแสงอาทิตย์เท่ากับ 652.3 W/m^2 อัตราการเพิ่มอุณหภูมิสูงสุด 1.76 °C /นาที มีค่า SD สูงสุด 2.8 อุณหภูมิเฉลี่ยภายในหม้อ ช่วงบ่าย เท่ากับ 85 °C อุณหภูมิสูงที่สุดวัดได้ 105.5°C ขณะที่อุณหภูมิภายนอกสูงสุดวัดได้34.6 °C อุณหภูมิเฉลี่ยภายนอกหม้อ เท่ากับ 32.3°C ความเข้มแสงอาทิตย์อยู่ในช่วง 381.8 – 831.3 W/m^2 และค่าเฉลี่ยความเข้มแสงอาทิตย์เท่ากับ 645.8 W/m^2 อัตราการเพิ่มอุณหภูมิสูงสุด 2.76 °C/นาที มีค่า SD สูงสุด 2.5 ในการทดลองช่วงเช้า อุณหภูมิภายนอกหม้อเฉลี่ยไม่สูงทำให้อุณหภูมิภายในหม้อ สะสมความร้อนได้ช้ากว่าในการทดลองช่วงบ่าย เพราะช่วงบ่ายอุณหภูมิเฉลี่ยภายนอกหม้อ มีอัตราคงที่และสูงกว่าในช่วงเช้า ทำให้อุณหภูมิภายในหม้อ สะสมความร้อนได้เร็วกว่าช่วงเช้า ปริมาณความเข้มแสงอาทิตย์ในช่วงเช้ามีค่าเฉลี่ยสูงกว่าช่วงบ่าย โดยปกติแล้ว ค่าเฉลี่ยความเข้มแสงอาทิตย์ช่วงบ่ายจะสูงกว่าช่วงเช้า ที่ทำให้ปริมาณความเข้มแสงอาทิตย์ในช่วงเช้ามีค่าเฉลี่ยสูงกว่าช่วงบ่าย เพราะการทดลองไม่มีการประกอบอาหาร ได้ทดลองในเดือน พฤษภาคม ที่เป็นฤดูฝน ซึ่งบางวันอากาศช่วงเช้าดีไม่มีเมฆ แต่พอช่วงบ่ายอากาศร้อนอบอ้าวมีเมฆมาก ทำให้ ปริมาณความเข้มแสงอาทิตย์ในช่วงเช้ามีค่าเฉลี่ยสูงกว่าช่วงบ่าย

กรณี ต้มน้ำเปล่า 600 มิลลิลิตร

ในการทดลอง ต้มน้ำเปล่า 600 มิลลิลิตร ใช้เวลาในการทดลองทั้งหมด 4 วัน แบ่งการทดลองออกเป็น สองช่วง คือช่วงเช้า ตั้งแต่ เวลา 9.00 น. – 12.00 น. และช่วงบ่ายตั้งแต่เวลา 13.00 น. – 16.00 น. ในช่วงเช้า อุณหภูมิน้ำภายในหม้อจะเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ โดยอุณหภูมิสูงสุดคือ 87.5°C ใช้เวลาประมาณ 120 นาที อัตราการเพิ่มอุณหภูมิสูงสุด 1.12 °C/นาที มีค่า SD สูงสุด 5.6 ส่วนอุณหภูมิภายนอกหม้อจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆจนถึง 12.00 น. ในช่วงบ่าย อุณหภูมิน้ำภายในหม้อจะสูงกว่าช่วงเช้าและใช้เวลาน้อยกว่า โดยอุณหภูมิสูงสุดคือ 87.8°C โดยใช้เวลาประมาณ 90 นาทีอัตราการเพิ่มอุณหภูมิสูงสุด 1.7 °C /นาที มีค่า SD สูงสุด 8.5 อุณหภูมิภายนอกหม้อตั้งแต่เวลา 13.00น.-15.00น. อุณหภูมิจะคงที่ หลังจาก15.00 น. ไปจนถึง16.00 น.อุณหภูมิลดต่ำลงเล็กน้อย อุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำภายในหม้อ ช่วงเช้า เท่ากับ 69.3°C อุณหภูมิสูงสุดวัดได้ 87.5°C ขณะที่อุณหภูมิภายนอกหม้อสูงสุดวัดได้ 34.5 °C อุณหภูมิเฉลี่ยภายนอกหม้อ เท่ากับ 29.5 °C ความเข้มแสงอาทิตย์อยู่ในช่วง 187 – 855.1 W/m^2 และค่าเฉลี่ยความเข้มแสงอาทิตย์เท่ากับ 616.3 W/m^2 อุณหภูมิเฉลี่ยภายในหม้อ ช่วงบ่ายเท่ากับ 75.4°C อุณหภูมิสูงสุดวัดได้ 87.8°C ขณะที่อุณหภูมิภายนอกสูงสุดวัดได้ 35.4°C อุณหภูมิเฉลี่ยภายนอกหม้อ เท่ากับ 32.8 °C ความเข้มแสงอาทิตย์อยู่ในช่วง 427.8 – 854.2W/m^2 และค่าเฉลี่ยความเข้มแสงอาทิตย์เท่ากับ 656.3 W/m^2 ในการทดลองช่วงเช้า อุณหภูมิภายนอกหม้อเฉลี่ยไม่สูงทำให้อุณหภูมิน้ำภายในหม้อ สะสมความร้อนได้ช้ากว่าในการทดลองช่วงบ่าย เพราะ ช่วงบ่ายอุณหภูมิเฉลี่ยภายนอกหม้อ มีอัตราคงที่และสูงกว่าในช่วงเช้า ทำให้อุณหภูมิน้ำภายในหม้อ สะสมความร้อนได้เร็วกว่าช่วงเช้า ค่าเฉลี่ยความเข้มแสงอาทิตย์ในช่วงบ่ายสูงในกว่าช่วงเช้า ส่งผลให้ในการต้มน้ำในช่วงบ่ายใช้เวลาน้อยกว่าในช่วงเช้า เพราะความเข้มแสงอาทิตย์มีผลโดยตรงต่ออุณหภูมิภายในหม้อและภายนอกหม้อ

กรณี หุงข้าวสาร 400 กรัม ในน้ำ 600 มิลลิลิตร

ในการทดลอง หุงข้าวสาร 400 กรัม ในน้ำ 600 มิลลิลิตร ใช้เวลาทดลองทั้งหมด 4 วัน แบ่งเป็นในช่วงเช้า ทดลองตั้งแต่เวลา 9.00 น. ไปจนถึงเวลาที่ข้าวสุก และช่วงบ่าย ทดลองตั้งแต่เวลา 12.00 น. ไปจนถึงเวลาที่ข้าวสุก ในช่วงเช้า ใช้เวลาในการหุงข้าว ประมาณ 155 – 170 นาที และช่วงบ่าย ใช้เวลาในการหุงข้าว ประมาณ 110 – 120 นาที สาเหตุความแตกต่างของระยะเวลาในการหุงข้าว ในช่วงเช้าค่าความเข้มแสงอาทิตย์ยังมีค่าน้อย ทำให้ใช้เวลาในการสะสมความร้อนเป็นเวลานาน แตกต่างจากช่วงบ่าย ที่ ค่าความเข้มแสงอาทิตย์ยังมีค่าสูงกว่าช่วงเช้ามาก ทำให้ใช้เวลาในการสะสมความร้อนน้อยกว่าช่วงเช้า แต่ก็เกิดการคลาดเคลื่อนได้ในแต่ละช่วงเนื่องจากสิ่งแวดล้อม เช่น มีก้อนเมฆบดบังดวงอาทิตย์ มีลมพัดผ่าน หรือ การเปิดเตาแสงอาทิตย์เพื่อตรวจดูการทดลอง อุณหภูมิเฉลี่ยภายในหม้อ ช่วงเช้า ตั้งแต่ เวลา 9.00 น. – 11.50 น. เท่ากับ 70.4°C อุณหภูมิสูงสุดวัดได้ 87.1 °C ขณะที่อุณหภูมิภายนอกหม้อสูงสุดวัดได้ 34.7 °C อุณหภูมิเฉลี่ยภายนอกหม้อเท่ากับ 30.6°C ความเข้มแสงอาทิตย์อยู่ในช่วง 310.2 – 993.1 W/m^2 และค่าเฉลี่ยความเข้มแสงอาทิตย์เท่ากับ 789.7 W/m^2 อัตราการเพิ่มอุณหภูมิสูงสุด 1.14 °C /นาที มีค่า SD สูงสุด 1.7 อุณหภูมิเฉลี่ยภายในหม้อ ช่วงบ่าย ตั้งแต่ เวลา 12.00 น. – 14.00 น. เท่ากับ 74.1°C อุณหภูมิสูงสุดวัดได้ 86.1 °C ขณะที่อุณหภูมิภายนอกสูงสุดวัดได้ 36.8 °C อุณหภูมิเฉลี่ยภายนอกหม้อเท่ากับ 35.5 °C ความเข้มแสงอาทิตย์อยู่ในช่วง 792 – 1052.1 W/m^2 และค่าเฉลี่ยความเข้มแสงอาทิตย์เท่ากับ 941.9 W/m^2 อัตราการเพิ่มอุณหภูมิสูงสุด 1.96 °C /นาที มีค่า SD สูงสุด 2.2 การทดลอง หุงข้าวสาร มีวิธีสังเกตว่าข้าวสุกตอนไหน คือ สังเกตกลุ่มไอน้ำขึ้นที่กระจกมีปริมาณมากและมีหยดน้ำ แสดงว่าข้าวใกล้สุก ลักษณะของข้าวที่ได้จากการทดลอง มีลักษณะอ่อนเหนียวติดกัน มีกลิ่นหอม

กรณี อบเนื้อไก่ 150 กรัม

ในการทดลอง อบเนื้อไก่ 150 กรัม ใช้เวลาทดลองทั้งหมด 4 วันแบ่งเป็นในช่วงเช้า ทดลองตั้งแต่เวลา 9.00 น. ไปจนถึงเวลาที่ไก่สุก และช่วงบ่าย ทดลองตั้งแต่เวลา 12.00 น. ไปจนถึงเวลาที่ไก่สุก ในช่วงเช้า ใช้เวลาในการอบเนื้อไก่ ประมาณ 110 – 120 นาที อัตราการเพิ่มอุณหภูมิสูงสุด 2.2 °C /นาที มีค่า SD สูงสุด 2.3 และช่วงบ่าย ใช้เวลาในการอบเนื้อไก่ ประมาณ 85 – 100 นาที อัตราการเพิ่มอุณหภูมิสูงสุด 1.74 °C /นาที มีค่า SD สูงสุด 1.7 ในการทดลองอบเนื้อไก่ 150 กรัม อุณหภูมิเฉลี่ยภายในหม้อ ช่วงเช้า ตั้งแต่ เวลา 9.00 น. – 11.00 น. เท่ากับ 73.7°C อุณหภูมิสูงสุดวัดได้ 94.8°C ขณะที่อุณหภูมิภายนอกหม้อสูงสุดวัดได้ 33.2 °C อุณหภูมิเฉลี่ยภายนอกหม้อ เท่ากับ 30.4°C ความเข้มแสงอาทิตย์อยู่ในช่วง 330.5 – 895.1 W/m^2 และค่าเฉลี่ยความเข้มแสงอาทิตย์เท่ากับ 672.3 W/m^2 อุณหภูมิเฉลี่ยภายในหม้อ ช่วงบ่าย ตั้งแต่ เวลา 12.00 น. – 13.40 น. เท่ากับ 73.9 °C อุณหภูมิสูงสุดวัดได้ 93.5 °C ขณะที่อุณหภูมิภายนอกสูงสุดวัดได้ 35.3 °C อุณหภูมิเฉลี่ยภายนอกหม้อเท่ากับ 34.4 °C ความเข้มแสงอาทิตย์อยู่ในช่วง 851.5 – 1001.7 W/m^2 และค่าเฉลี่ยความเข้มแสงอาทิตย์เท่ากับ 921.4 W/m^2 ในการทดลองช่วงเช้า อุณหภูมิภายนอกหม้อเฉลี่ยต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอกหม้อเฉลี่ย ของช่วงบ่าย ส่งผลให้ในช่วงเช้าใช้เวลาอบไก่นานกว่าช่วงบ่ายเพราะ ช่วงบ่ายอุณหภูมิเฉลี่ยภายนอกหม้อ สูงกว่าในช่วงเช้า เนื่องจากมีค่าความเข้มแสงอาทิตย์สูงกว่าใน ช่วงเช้า ส่งผลให้ในช่วงบ่ายใช้เวลาอบไก่น้อยกว่าช่วงเช้า วิธีการสังเกตว่าไก่อบสุกตอนไหนนั้น ต้องคอยฟังเสียงของกระดาษฟอยล์ที่ห่อไก่นั้นแตกและประมาณเวลาที่ควรจะสุกแล้วเปิดตรวจดู การเปิดเตาแสงอาทิตย์นั้นถ้าเปิดบ่อย ทำให้สูญเสียการะสมความร้อนภายในเตาอาหารก็จะสุกช้า สำหรับลักษณะเนื้อไก่ที่ได้จากการทดลอง เป็นเนื้อสีขาวซีด มีรสชาติจืดและมีกลิ่นคาว

4.3 วิเคราะห์เปรียบเทียบกัน ทั้ง 4 กรณี

ในการทดลองแบบไม่มีการประกอบอาหาร เป็นการทดลองที่ทำให้รู้ประสิทธิภาพของเตาเบื้องต้น จากผลการทดลองแบบไม่มีการประกอบอาหาร เตาพลังงานแสงอาทิตย์สามารถสะสมความร้อน ได้สูงสุด ที่ 105.5 °C อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด ที่ 85°C เมื่อเปรียบเทียบกับการทดลอง ต้มน้ำเปล่า 600 มิลลิลิตร จะเห็นได้ว่าการทดลองต้มน้ำเปล่า สะสมความร้อนได้สูงสุดที่ 87.8 °C อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด ที่ 75.4 °C สาเหตุของความแตกต่างเนื่องจากว่าการทดลอง ต้มน้ำ น้ำซึ่งเป็นของเหลวทำให้เกิดการสะสมความร้อนได้ช้ากว่าและอุณหภูมิที่ได้จึงต่ำกว่าแบบไม่มีการประกอบอาหาร ซึ่งการทดลองทั้ง 2 แบบข้างต้นใช้เวลาในการทดลองเท่ากันคือตั้งแต่เวลา9.00 น. - 12.00 น. และ13.00 น . - 16.00 น. และเปรียบเทียบกับการทดลองหุงข้าวสาร 400 กรัมในน้ำ 600 มิลลิลิตร อุณหภูมิวัดได้สูงสุดที่ 86.1°C และอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด ที่ 74.1°C ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันกับ การทดลองต้มน้ำเปล่า 600 มิลลิลิตร จากการคาดการณ์ไว้ว่าการหุงข้าวสาร 400 กรัม ควรจะใช้เวลานานกว่าต้มน้ำเปล่า และอุณหภูมิภายในหม้อไม่น่าจะสูงใกล้เคียงกับการต้มน้ำเปล่า 600 มิลลิลิตร สาเหตุเพราะว่าในช่วงการทดลอง หุงข้าวสาร 400 กรัม มีค่าความเข้มแสงอาทิตย์และอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมที่สูงกว่า การทดลอง ต้มน้ำเปล่า 600 มิลลิลิตร ทำให้ประสิทธิภาพของเตาแสงอาทิตย์เพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่าสิ่งแวดล้อมมีผลต่อการทดลองในการทดลองสุดท้ายคือการทดลองอบเนื้อไก่ 150 กรัม ซึ่งให้ผลตามที่คาดไว้คือใช้เวลาน้อยกว่า การหุงข้าวสาร 400 กรัมในน้ำ 600 มิลลิลิตร โดย อุณหภูมิวัดได้สูงสุดที่ 94.8°C และอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด ที่ 73.7°C เนื่องจากปริมาณของการอบไก่ 150 กรัม เมื่อเทียบกับการหุงข้าวสาร 400 กรัมนั้น การอบไก่ใช้เวลาน้อยกว่าการหุงข้าวเพราะ ปริมาณที่น้อยกว่าซึ่งส่งผลโดยตรง

4.4 วิเคราะห์เปรียบเทียบกับการทดลองอื่นๆ

4.4.1 เปรียบเทียบกับการศึกษาเชิงทดลองหุงข้าวด้วยจานรวมแสงอาทิตย์แบบพาราโบลิค [9]

การศึกษาชิ้นนี้เป็นงานออกแบบ การสร้างจานรวมแสงอาทิตย์แบบพาราโบลิค ขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 100 เซนติเมตร โดยใช้แผ่นสะท้อนแสงเป็นสแตนเลสชนิดขัดมันเงา เพื่อรวมรังสีจากดวงอาทิตย์ ให้รวมกันที่จุดโฟกัสจนทำให้มีอุณหภูมิ ณ. จุดดังกล่าวสูงขึ้น ทำการศึกษาทดลอง เปรียบเทียบอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไป เมื่อเทียบกับเวลาในช่วง 9.00 น. ถึง 15.00 น. ในขณะที่เตาแสงอาทิตย์แบบกล่องที่มีแผงสะท้อนแสงแบบพาราโบลิค แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ช่วง คือช่วงเช้า 9.00 – 12.00 น. และช่วงบ่าย 13.00 – 16.00 น. จากผลการทดลองของทั้งสองแบบแสดงให้เห็นว่า จานรวมแสงอาทิตย์แบบพาราโบลิคมีประสิทธิภาพสูงกว่าเตาแสงอาทิตย์แบบกล่องที่มีแผงสะท้อนแสงแบบพาราโบลิค แต่มีขนาดและน้ำหนักที่มากกว่าไม่สะดวกในการเคลื่อนย้าย และมีต้นทุนในการสร้างสูงกว่า

ตารางที่ 4.1 ก ข้อมูลการทดลองของจานรวมแสงอาทิตย์แบบพาราโบลิค

ลักษณะการทดลอง	ระยะเวลาทดลอง 9:00-15:00			อุณหภูมิเฉลี่ยแต่ละช่วง	
	ระยะเวลาที่ทำให้อาหารสุก		วัน	ความร้อนสูงสุด	ความร้อนเฉลี่ย
ทดลองโดย ไม่มีการประกอบอาหาร	-		4	155.3°C	105.9°C
ลักษณะการทดลอง	ระยะเวลาทดลอง 9:00-15:00			อุณหภูมิเฉลี่ยแต่ละช่วง	
	ระยะเวลาที่ทำให้อาหารสุก หน่วยเป็นนาที		วัน	ช่วงเช้า	ช่วงบ่าย
	เช้า	บ่าย			
หุงข้าว 350กรัม ต่อน้ำ 525 มิลลิลิตร	130–155	65 – 115	3	78.3 °C	77.2 °C
ทอดไข่ดาว 3 ฟองกับน้ำมันพืช 10 กรัม	20	20	2	76.2 °C	85.3 °C
อบ เนื้อไก่ 150 กรัม	30	20	1	81.55 °C	85.15 °C

ตารางที่ 4.1 ข ข้อมูลของเตาแสงอาทิตย์แบบกล่องที่มีแผงสะท้อนแสงแบบพาราโบลิค

ลักษณะการทดลอง	ระยะเวลาทดลอง		อุณหภูมิเฉลี่ยแต่ละช่วง		
	เช้า 9.00-12.00 น.	บ่าย 13.00-16.00 น.			
	ระยะเวลาที่ทำให้อาหารสุก	วัน	ความร้อนสูงสุด	ความร้อนเฉลี่ย	
				เช้า	บ่าย
ทดลองโดย ไม่มีการประกอบอาหาร	-	4	105.3 °C	82.6°C	85°C

ลักษณะการทดลอง	ระยะเวลาทดลอง			อุณหภูมิเฉลี่ยแต่ละช่วง	
	ระยะเวลาที่ทำให้อาหารสุก หน่วยเป็นนาที		วัน	ช่วงเช้า	ช่วงบ่าย
	เช้า 9.00-12.00 น.	บ่าย 13.00-16.00 น.			
ต้มน้ำเปล่า 0.6 ลิตร	-	-	4	69.3 °C	75.4 °C
	เช้า 9.00- อาหารสุก	บ่าย 12.00 - อาหารสุก	วัน	ช่วงเช้า	ช่วงบ่าย
หุงข้าวสาร 400 กรัม ต่อน้ำ 0.6 ลิตร	155-170	110-120	4	70.4 °C	74.1 °C
อบ เนื้อไก่ 150 กรัม	110-120	85-100	4	73.7 °C	73.9 °C

4.4.2 เปรียบเทียบกับการพัฒนาหม้อหุงข้าวพลังงานแสงอาทิตย์ [7]

การวิจัยนี้จะทำการศึกษาเปรียบเทียบหม้อหุงข้าวพลังงานแสงอาทิตย์ 3 แบบ โดยแบบแรกเป็นแบบแผ่นสะท้อนรังสีแผ่นเดียว แบบที่สองเป็นแบบสะท้อนรังสีแผ่นคู่ และแบบที่สามเป็นแบบพาราโบลิด โดยกล่องสะสมความร้อนมีขนาด เท่ากับ 30x60x15 ลูกบาศก์เซนติเมตร สมรรถนะของหม้อหุงข้าวพลังงานแสงอาทิตย์สามารถหุงข้าวได้ 500 กรัม ในอัตราส่วนของข้าว 1 ส่วนต่อน้ำ 3 ส่วน โดยการทดสอบ 2 ช่วงเวลา คือช่วงเช้า 9.00 -12.00 นาฬิกา และช่วงบ่ายเวลา 12.00-15.00 นาฬิกา ในการสร้างหม้อหุงข้าวพลังงานแสงอาทิตย์ใช้ทุนประมาณ 1,000 บาท

ตารางที่ 4.2 ก ข้อมูลการทดลองของการพัฒนาหม้อหุงข้าวพลังงานแสงอาทิตย์

ลักษณะการทดลอง	ทดลองกรณี	เวลาที่ทดลอง	อุณหภูมิสูงสุด
ใช้แผ่นสะท้อนแสง 1 แผ่น	ไม่มีข้าว	12.00-15.00 น.	103.8 °C ที่เวลา 13.30 น.
ใช้แผ่นสะท้อนแสง 2 แผ่น	ไม่มีข้าว	12.00-15.00 น.	109.1 °C ที่เวลา 13.30 น.
ใช้แผ่นสะท้อนแสง แบบพาราโบลิด	ไม่มีข้าว	12.00-15.00 น.	52.7 °C ที่เวลา 13.40 น.
ลักษณะการทดลอง	**ทดลองกรณี**	**อุณหภูมิสูงสุดช่วงเช้า ตั้งแต่เวลา 9.00-12.00น.**	**อุณหภูมิสูงสุดช่วงบ่าย ตั้งแต่เวลา 12.37-15.07น.**
ใช้แผ่นสะท้อนแสง 1 แผ่น	หุงข้าว 500 กรัม ต่อน้ำ 1.5 ลิตร	66.5 °C	73.9 °C
ใช้แผ่นสะท้อนแสง 2 แผ่น	หุงข้าว 500 กรัม ต่อน้ำ 1.5 ลิตร	73.9 °C	81.8 °C
ใช้แผ่นสะท้อนแสง แบบพาราโบลิด	หุงข้าว 500 กรัม ต่อน้ำ 1.5 ลิตร	60 °C	63.8 °C

*** หมายเหตุ:** ตอนเช้าใช้เวลามากกว่าตอนบ่ายข้าวถึงสุกแต่ใช้เวลาไม่เกิน 3 ชั่วโมง

(อ้างอิงจากหน้า 26 ย่อหน้าที่ 2 บรรทัดที่ 5)

ตารางที่ 4.2 ข ข้อมูลของเตาแสงอาทิตย์แบบกล่องที่มีแผงสะท้อนแสงแบบพาราโบลิค

ลักษณะการทดลอง	ระยะเวลาทดลอง		อุณหภูมิสูงสุดแต่ละช่วง			
	เช้า 9.00-12.00 น.	บ่าย 13.00-16.00 น.				
	ระยะเวลาที่ทำให้อาหารสุก	วัน	อุณหภูมิสูงสุดแต่ละช่วง		ที่เวลา	
			เช้า	บ่าย	เช้า	บ่าย
ทดลองโดย ไม่มีการประกอบอาหาร	-	4	103.9°C	105.5°C	12.00 น.	15.00 น.

ลักษณะการทดลอง	ระยะเวลาทดลอง			อุณหภูมิสูงสุดแต่ละช่วง	
	ระยะเวลาที่ทำให้อาหารสุก หน่วยเป็นนาที		วัน	ช่วงเช้า	ช่วงบ่าย
	เช้า 9.00- อาหารสุก	บ่าย 12.00 - อาหารสุก			
ต้มน้ำเปล่า 0.6 ลิตร	-	-	4	87.5 °C	87.8 °C
	เช้า 9.00- อาหารสุก	บ่าย 12.00 - อาหารสุก	วัน	ช่วงเช้า	ช่วงบ่าย
หุงข้าวสาร 400 กรัม ต่อน้ำ 0.6 ลิตร	155-170	110-120	4	87.1 °C	86.3 °C
อบ เนื้อไก่ 150 กรัม	110-120	85-100	4	94.5 °C	93.7 °C

4.4.3 เปรียบเทียบกับการพัฒนาประสิทธิภาพของเตาหุงต้มพลังงานแสงอาทิตย์ [8]

เตาหุงต้มพลังงานแสงอาทิตย์นี้ประกอบไปด้วยแผงรับรังสีอาทิตย์ เป็นตัวดูดซับความร้อนและมีถังสะสมความร้อน แผงสะท้อนรังสีอาทิตย์ซึ่งติดตั้งอยู่ทั้งสองข้างของแผงรับรังสีอาทิตย์ตามแนวยาว มีพื้นที่รับรังสีอาทิตย์ 1.318 m^2 หันไปทางทิศใต้ทำมุม 15 องศา กับแนวระดับในระบบมีน้ำมันพืชที่ใช้เป็นสารทำงานจำนวน 35 liter การทดสอบเตาหุงต้มพลังงานแสงอาทิตย์ โดยใช้น้ำมันพืชเป็นสารตัวกลางในการรับความร้อนแล้วถ่ายเทให้กับภาชนะหุงต้ม เตาหุงต้มพลังงานแสงอาทิตย์ สามารถทำอุณหภูมิในการหุงต้มอาหารได้สูงสุด 105 °C ที่รังสีอาทิตย์เฉลี่ย 500 W/m^2 สามารถหุงต้มอาหารได้ตั้งแต่เวลา 10.00-15.00 น. โดยมีประสิทธิภาพของระบบ 26 %

ตารางที่ 4.3 ก ข้อมูลการพัฒนาประสิทธิภาพของเตาหุงต้มพลังงานแสงอาทิตย์

ลักษณะการทดลอง	ระยะเวลาทดลอง 10.00-17.00 น.	อุณหภูมิสูงสุด	รังสีอาทิตย์เฉลี่ย
ไม่มีการหุงต้มอาหาร	-	105°C	500 W/m^2
ลักษณะการทดลอง	**ระยะเวลาทดลอง 10.00-17.00 น.**	**อุณหภูมิสูงสุด**	**รังสีอาทิตย์สูงสุด**
หุงข้าวสารจำนวน 160 กรัมกับน้ำ 0.6 ลิตร	150 นาที	105°C	1012.71 W/m^2
ทอดไข่ครั้งละ 1 ฟอง 4 ครั้ง	ครั้งละ 30 นาที	105°C	1012.71 W/m^2

*** หมายเหตุ :** ทดลองตั้งแต่เวลา 8.00-17.00 น. โดยการเปิดแผ่นช่วยสะท้อนแสงทั้งสองข้างออก ทำมุม 104 องศา กับแผงรับรังสีอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ และทำการประกอบอาหารได้ในเวลา 10.30 น. ถึง เวลา 15.00 น. โดยการทอด การต้ม และการหุงข้าวในแต่ละวัน

ตารางที่ 4.3 ข ข้อมูลของเตาแสงอาทิตย์แบบกล่องที่มีแผงสะท้อนแสงแบบพาราโบลิค

ลักษณะการทดลอง	ระยะเวลาทดลอง		อุณหภูมิ				รังสีอาทิตย์	
			สูงสุด		เฉลี่ย		สูงสุด	เฉลี่ย
	เช้า 9.00-12.00 น.	บ่าย 13.00-16.00 น.	เช้า	เย็น	เช้า	เย็น		
ไม่มีการประกอบอาหาร	-	-	103.9 °C	105.5 °C	82.6 °C	85 °C	936.1 W/m^2	649.95 W/m^2
ลักษณะการทดลอง	**ระยะเวลาทดลอง**		**อุณหภูมิ**				**รังสีอาทิตย์**	
			สูงสุด		เฉลี่ย		สูงสุด	เฉลี่ย
	เช้า 9.00-อาหารสุก	บ่าย 12.00 -อาหารสุก	เช้า	เย็น	เช้า	เย็น		
ต้มน้ำเปล่า 0.6 ลิตร	-	-	87.5 °C	87.8 °C	69.3 °C	75.4 °C	915.4 W/m^2	636.8 W/m^2
หุงข้าวสาร 400 กรัมต่อน้ำ 0.6 ลิตร	155-170 นาที	110-120 นาที	87.1 °C	86.3 °C	70.4 °C	74.1 °C	1139.7 W/m^2	865.26 W/m^2
อบ เนื้อไก่ 150 กรัม	110-120 นาที	85-100 นาที	94.5 °C	93.7 °C	73.7 °C	73.9 °C	1149.9 W/m^2	798.61 W/m^2

4.5 วิเคราะห์เปรียบเทียบการประหยัดพลังงาน

การวิเคราะห์เปรียบเทียบการประหยัดพลังงาน โดยใช้เตาหุงต้มพลังงานแสงอาทิตย์ แทนการใช้พลังงานในรูปแบบอื่นๆ ในที่อยู่อาศัย

จากสถิติการใช้ไฟฟ้าของประเทศไทยเมื่อปี พ.ศ. 2552 [20] รวมทั้งสิ้น 134,793 กิกะวัตต์ชั่วโมง เพิ่มขึ้นร้อยละ 0.3 จากปี 2551 ขณะที่เฉพาะบ้านที่อยู่อาศัยมีการใช้ไฟฟ้ารวมทั้งสิ้น 30,258 กิกะวัตต์ชั่วโมง เพิ่มขึ้นร้อยละ 5.5 จากปี 2551 ความต้องการพลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้น ในสัดส่วนนี้อาจเนื่องมาจากอุณหภูมิของประเทศไทยมีแนวโน้มสูงขึ้นทุกปี ทำให้บ้านพักอาศัยโดยทั่วไปมีการใช้เครื่องปรับอากาศเพิ่มขึ้นด้วย นอกจากนี้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่อำนวยความสะดวกในการประกอบอาหารมีความนิยมใช้มากขึ้นด้วยเช่น การใช้กระทะไฟฟ้า เพราะมีความสะดวกรวดเร็ว และง่ายต่อการใช้ในการทำงาน

เมื่อพิจารณาเตาหุงต้มพลังงานแสงอาทิตย์กับกระทะไฟฟ้า เนื่องจากลักษณะการใช้งานที่คล้ายๆ กัน อาทิเช่น การใช้ในการหุงข้าว อุ่นอาหาร ผัด และทอด เป็นต้น ซึ่งสามารถเปรียบเทียบกันอย่างเห็นได้ชัด โดยการตั้งสมมติฐานค่าต่างๆ ดังนี้

ก. มีการประกอบอาหารในครัวเรือนโดยใช้กระทะไฟฟ้าเป็นเวลา 1 ชม./วัน

ข. กะทะไฟฟ้ามีขนาดกำลังไฟฟ้า 1000 W

ค. จำนวนประชากรของประเทศไทย ณ วันที่ 8 เมษายน พ.ศ. 2554 [21] มีประชากรจำนวน 65.4 ล้านคน จำนวนครัวเรือนมีทั้งสิ้น 20.3 ล้านครัวเรือน ขนาดครัวเรือนเฉลี่ย 3.2 คน เมื่อพิจารณาจากครัวเรือนทั้งหมด 20.3 ล้านครัวเรื่อนถ้ามีการใช้เตาหุงต้มพลังงานแสงอาทิตย์ 10 เปอร์เซ็นต์ของครัวเรือนทั้งหมด จะมีการใช้เตาหุงต้มพลังงานแสงอาทิตย์ 2.3 ล้านครัวเรือน

จากสมมติฐานความต้องการใช้ไฟฟ้าของครอบครัวที่ใช้กระทะไฟฟ้าต่อวัน คำนวณได้จากสูตร

$$\frac{w \times n}{1000 \times h} = u \qquad \frac{1000 \times 1}{1000 \times 1} = 1$$

w = 1000 W

n = 1 เครื่อง

h = 1 ชม.

u = unit

ดังนั้นใน 1 เดือนมีการใช้ไฟฟ้าจากกระทะไฟฟ้าไป 1 x 30 วัน = 30 unit unit ละ1.7968 บาท [22] = 30 x 1.7968 = 53.904 บาทต่อเดือน หรือ ประมาณ 646.85 บาทต่อปี และจาก 2.3 ล้านครัวเรือนที่ใช้เตาพลังงานแสงอาทิตย์ ทำให้ประเทศไทยประหยัดงบประมาณไปได้ถึง 1,487.76 ล้านบาทต่อปี

เมื่อพิจารณาจากต้นทุนการสร้างเตาพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีต้นทุนการสร้าง 909 บาทถ้วน จะเห็นได้ว่า สามารถคืนทุนได้จากการใช้งานใน 2 ปีแรก

*** หมายเหตุ :** ค่าไฟฟ้าถ้าใช้ระหว่าง 26 -35 unit คิดค่าไฟฟ้า unit ละ 1.7968 บาท

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาผลการทดลองเตาแสงอาทิตย์แบบกล่องที่มีแผงสะท้อนแสงแบบพาราโบลิค โดยการทดลอง 4 กรณีการทดลอง

1. กรณีหุงข้าว
2. กรณีต้มน้ำปริมาณ 600 มิลลิลิตร
3. กรณีหุงข้าวสาร 400 กรัม ในน้ำ 600 มิลลิลิตร
4. กรณีอบเนื้อไก่ 150 กรัม

5.1 สรุปผลการทดลอง

5.1.1 กรณีไม่มีการประกอบอาหาร

ในการทดลองเตาแสงอาทิตย์แบบกล่องที่มีแผงสะท้อนแสงแบบพาราโบลิค โดยไม่มีการประกอบอาหาร เป็นระยะเวลา 4 วัน ทำการวัดอุณหภูมิภายในหม้อสะสมความร้อนเปรียบเทียบกับอุณหภูมิภายนอกหรืออุณหภูมิสิ่งแวดล้อม แบ่งเป็น 2 ช่วงการทดลอง คือ ช่วงเช้า ตั้งแต่เวลา 9.00 – 12.00 น. และในช่วงบ่ายตั้งแต่เวลา 13.00 – 16.00 น. ให้ผลการทดลองดังนี้ ในช่วงเช้า อุณหภูมิเฉลี่ยภายในหม้อ เท่ากับ 82.6°C อุณหภูมิสูงสุด เท่ากับ 103.9 °C และช่วงบ่าย อุณหภูมิเฉลี่ยภายในหม้อ เท่ากับ 85 °C อุณหภูมิสูงสุด เท่ากับ 105.5 °C สรุปได้ว่า การทำอาหารด้วยเตาแสงอาทิตย์แบบกล่องที่มีแผงสะท้อนแสงแบบพาราโบลิค ในเวลา บ่าย ตั้งแต่เวลา 13.00-16.00 น. ให้ประสิทธิภาพมากกว่า ในเวลาเช้า ตั้งแต่เวลา 9.00 – 12.00 น.

5.1.2 กรณีต้มน้ำเปล่า 600 มิลลิลิตร

ในการทดลองเตาแสงอาทิตย์แบบกล่องที่มีแผงสะท้อนแสงแบบพาราโบลิค โดยการต้มน้ำเปล่า 600 มิลลิลิตร เป็นระยะเวลา 4 วัน ทำการวัดอุณหภูมิน้ำภายในหม้อสะสมความร้อนเปรียบเทียบกับอุณหภูมิภายนอกหรืออุณหภูมิสิ่งแวดล้อม แบ่งเป็น 2 ช่วงการทดลอง คือ ช่วงเช้า ตั้งแต่เวลา 9.00 – 12.00 น. และในช่วงบ่ายตั้งแต่เวลา 13.00 – 16.00 น.ให้ผลการทดลองดังนี้ ในช่วงเช้า วัดอุณหภูมิน้ำภายในหม้อสูงสุด เท่ากับ 87.5 °C ใช้เวลาเฉลี่ยประมาณ 120 นาทีและช่วงบ่าย วัดอุณหภูมิน้ำภายในหม้อสูงสุด เท่ากับ 87.8 °C ใช้เวลาเฉลี่ยประมาณ 90 นาทีสรุปได้ว่า ในช่วงบ่าย ตั้งแต่เวลา 13.00-16.00 น. สามารถต้มน้ำได้เร็วและมีประสิทธิภาพมากกว่าช่วงเช้า ตั้งแต่เวลา 9.00 – 12.00 น.

5.1.3 กรณีหุงข้าวสาร 400 กรัม ในน้ำ 600 มิลลิลิตร

ในการทดลองเตาแสงอาทิตย์แบบกล่องที่มีแผงสะท้อนแสงแบบพาราโบลิคโดยการหุงข้าวสาร 400 กรัม ในน้ำ 600 มิลลิลิตร เป็นระยะเวลา 4 วันทำการวัดอุณหภูมิภายในหม้อสะสมความร้อนเปรียบเทียบกับอุณหภูมิภายนอกหรืออุณหภูมิสิ่งแวดล้อม แบ่งเป็น 2 ช่วงการทดลอง คือ ช่วงเช้า ตั้งแต่เวลา 9.00 น. ไปจนถึงเวลาข้าวสุก และในช่วงบ่ายตั้งแต่เวลา 13.00น. ไปจนถึงเวลาข้าวสุก ให้ผลการทดลองดังนี้ในช่วงเช้า วัดอุณหภูมิภายในหม้อสูงสุด เท่ากับ 87 °C อุณหภูมิเฉลี่ยภายในหม้อ เท่ากับ 70.4 °C ใช้เวลาหุงข้าวประมาณ 155 – 170 นาทีและช่วงบ่าย วัดอุณหภูมิภายในหม้อสูงสุด เท่ากับ 86.1 °C อุณหภูมิเฉลี่ยภายในหม้อ เท่ากับ 74.1 °C ใช้เวลาหุงข้าว ประมาณ 110 – 120 นาที สรุปได้ว่า ในช่วงบ่าย ใช้เวลาในการหุงข้าวน้อยกว่าช่วงเช้าแสดงถึงประสิทธิภาพของเตาแสงอาทิตย์แบบกล่องที่มีแผงสะท้อนแสงแบบพาราโบลิค ที่หุงข้าวในตอนบ่ายตั้งแต่เวลา 13.00 น. ได้ดีกว่า ตอนเช้าตั้งแต่เวลา 9.00 น.

5.1.4 กรณีอบเนื้อไก่ 150 กรัม

ในการทดลองเตาแสงอาทิตย์แบบกล่องที่มีแผงสะท้อนแสงแบบพาราโบลิคโดยการอบเนื้อไก่ปริมาณ 150 กรัมเป็นระยะเวลา 4 วันทำการวัดอุณหภูมิภายในหม้อสะสมความร้อนเปรียบเทียบกับอุณหภูมิภายนอกหรืออุณหภูมิสิ่งแวดล้อม แบ่งเป็น 2 ช่วงการทดลอง คือ ช่วงเช้า ตั้งแต่เวลา 9.00 น. ไปจนถึงเวลาไก่สุก และในช่วงบ่ายตั้งแต่เวลา 13.00น. ไปจนถึงเวลาไก่สุก ให้ผลการทดลองดังนี้ ในช่วงเช้า วัดอุณหภูมิภายในหม้อสูงสุด เท่ากับ 94.8°C อุณหภูมิเฉลี่ยภายในหม้อ เท่ากับ 73.7 °C ใช้เวลาอบไก่ประมาณ 110 – 120 นาที และช่วงบ่าย วัดอุณหภูมิภายในหม้อสูงสุด เท่ากับ 93.5 ° C อุณหภูมิเฉลี่ยภายในหม้อ เท่ากับ 73.9 °C ใช้เวลาอบไก่ประมาณ 85 – 110 นาที สรุปได้ว่า การอบเนื้อไก่ 150 กรัม ในช่วงบ่ายตั้งแต่เวลา 13.00 น. มีประสิทธิภาพมากกว่าในการอบเนื้อไก่ 150 กรัม ในช่วงเช้าตั้งแต่เวลา 9.00 น. เพราะใช้เวลา น้อยกว่า

5.2 ข้อเสนอแนะ

1) ควรเพิ่มระยะเวลาการเก็บข้อมูลให้มากขึ้น เพื่อศึกษาได้ละเอียดมากขึ้น

ระยะเวลาในการเก็บข้อมูล เป็นสิ่งสำคัญเนื่องจาก สภาพดินฟ้าอากาศในบางวันแตกต่างกันส่งผลให้ข้อมูลที่ได้มีความแตกต่างกัน แต่ถ้าการทดลอง มีระยะเวลามาก ก็สามารถเก็บการทดลองที่แตกต่างกันในบางวันมาสรุปและวิเคราะห์ให้ได้ข้อมูลที่ใกล้เคียงความจริงที่สุด

2) ควรเพิ่มแบบในการทดลองให้มากกว่า 4 แบบ เพื่อจะได้รู้ว่าอาหารชนิดไหนใช้เวลาเท่าใด

3) ควรประยุกต์ใช้วัสดุที่เหลือใช้มาออกแบบเตาแสงอาทิตย์ ให้มีประสิทธิภาพแต่ประหยัด

มีวัสดุเหลือใช้หลายชนิดที่แข็งแรงทนทานมีความประหยัด ที่นำมาก่อให้เกิดประโยชน์อีกครั้งได้ เช่น ลิ้นชักไม้ที่ไม่ได้ใช้งาน สามารถนำมาเป็นโครงสร้างหรือตัวเตาแสงอาทิตย์แบบกล่องได้ หรือยางในรถยนต์เก่า สามารถนำมาประยุกต์เป็นเตาแสงอาทิตย์ที่ให้ประสิทธิภาพได้เช่นกัน

4) ควรพัฒนาออกแบบเตาแสงอาทิตย์ให้มีประสิทธิภาพ ใช้งานง่าย และประหยัด มากขึ้น

ในการพัฒนาออกแบบเตาแสงอาทิตย์ครั้งต่อไป ควรหาวัสดุเหลือใช้ แต่มีประสิทธิภาพหลากหลายรูปแบบมาทดลอง เพื่อศึกษาว่าวัสดุชิ้นไหนคุ้มค่า ประหยัดแต่มีประสิทธิภาพ และออกแบบให้มีการใช้งานที่สะดวกง่ายต่อการ ประกอบอาหาร โดยการนำ เศษกล่องกระดาษเก่าที่ไม่ได้ใช้งานมาออกแบบสร้างเป็นเตาแสงอาทิตย์นอกจากนั้นส่วนประกอบต่างๆของเตาแสงอาทิตย์ก็มีส่วนสำคัญในการศึกษา เพื่อนำวัสดุเหลือใช้มาทดสอบทำ เช่น ใช้เศษฝางข้าว หรือ เศษกระดาษมาตัดเป็นชิ้นเล็กๆ ทำเป็นฉนวนกันความร้อน หรือนำวัสดุที่สามารถสะท้อนแสงได้ที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์มาดัดแปลงเป็น แผงสะท้อนแสง โดยทดลองศึกษาวัสดุต่างๆที่กล่าวถึงนำมาเปรียบเทียบกับวัสดุอื่น เพื่อเทียบเคียง ประสิทธิภาพ ความประหยัดและ ความสะดวกในการใช้งาน

เอกสารอ้างอิง

[1] คมสัน หุตะแพทย์. (2552). **แก๊สแพง แสงแดดก็หุงข้าวได้เตาพลังงานแสงอาทิตย์. พิมพ์ครั้งที่ 2.** บริษัท ออฟเซ็ท ครีเอชั่น จำกัด:สำนักพิมพ์เกษตรกรรมธรรมชาติ

[2] พงษ์การเกษตร. (สิงหาคม 2551). **พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานทดแทน. พิมพ์ครั้งที่1 :** สำนักพิมพ์ พงษ์สาส์น , สนพ.

[3] พันธุดา พุฒิไพโรจน์, ธนัญชัย ปคุณวรกิจ, วรธรรม อุ่นจิตติชัย และพรรณจิรา ทิศาวิภาต. **ประสิทธิภาพการป้องกันความร้อนของฉนวนอาคารจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร.** ผลการทดสอบคุณสมบัติความเป็นฉนวน (2006).

[4] ศรรวริศา เมฆไพบูลย์. (2552). **วิกฤติ ทางรอด และอนาคตพลังงาน. Repowering the Planet.** เนชั่นแนล จิโอกราฟฟิก หน้า 86-93,

[5] บริษัท ท็อป อินซูเลชั่น แอนด์ เทรดดิ้ง จำกัด. ฉนวนกันความร้อนสำหรับอาคาร/ บ้านพักอาศัย. สืบค้นเมื่อ 22 ธันวาคม 2553, จาก http://www.topinsulation.com/index.htm

[6] บริษัท ดี.ดี.อินซูเลชั่น แอนด์ เทรดดิ้ง จำกัด. ข้อมูลเทคนิค: ตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติของ - ฉนวนกันความร้อน. สืบค้นเมื่อ 10 มกราคม 2554, จาก http://www.foamdd.com/technical_data1.html

[7] สมภพ ปัญญาสมพรรค์. (2542). **การพัฒนาหม้อหุงข้าวพลังงานแสงอาทิตย์. วิทยานิพนธ์** คอ.บ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพมหานคร.

[8] พงศกร เกิดช้าง. (2543). **การพัฒนาประสิทธิภาพของเตาหุงต้มพลังงานแสงอาทิตย์.** วิทยานิพนธ์ ป. บัณฑิต(เทคโนโลยีพลังงาน), มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพมหานคร.

[9] ภควัต โอวาท. (2551). **การศึกษาเชิงทดลองหุงข้าวด้วยจานรวมแสงอาทิตย์แบบพาราโบลิก. วิทยานิพนธ์ คศ.บ., มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี, กรุงเทพมหานคร.**

[10] นายภควัต โอวาท. (2551). **การศึกษาเชิงทดลองหุงข้าวด้วยจานรวมแสงอาทิตย์แบบพารา-โบลิก.** สืบค้นเมื่อ 13 พฤศจิกายน 2553, จาก http://www.slideshare.net/krujo/ss-4706651

[11] สถาบันวิจัยมหาวิทยาลัยรังสิต.**ฐานข้อมูลงานวิจัย.** สืบค้นเมื่อ 13 พฤศจิกายน 2553, จาก http://www.rsu.ac.th/rri/showresearchdatabase.php?id=89

[12] ผลงานของอาจารย์และนักศึกษา. **เตาพลังงานแสงอาทิตย์รังสิต-3.** สืบค้นเมื่อ 13 พฤศจิกายน 2553,จาก http://www.rsu.ac.th/engineer/project/project_03.html

[13] เรื่องของกระจก. **กระจกแบบฉาบหลังทั่วไป.** สืบค้นเมื่อ 25 พฤศจิกายน 2553, จาก http://www.darasart.com/telescope/mirror.html

[14] **Aluminum-Magnesium-Silicon (6000) Alloys.** Retrieved November 28, 2010, from http://www.keytometals.com/page.aspx?ID=CheckArticle&site=ktn&NM=74

[15] **Topic: Reflective Values.** Retrieved November 29, 2010, from http://vray.info/topics/t0076.asp

[16] **The Solar Cooking Archive.** Retrieved October 15, 2010, from http://solarcooking.org/plans/

[17] **Topic: Panel Cooker.** Retrieved October 15, 2010, from http://www.wikihow.com/Build-a-Solar-Panel-Cooker

[18] **wiki/Box Cooker.** Retrieved October 15, 2010, from http://en.wikipedia.org/wiki/Solar_cooker

[19] **paraboric Cooker.** Retrieved October 15, 2010, http://www.solarcooking.org/unattendedparabolic.htm

[20] สถิติการใช้พลังงานของไทย. สถานการณ์พลังงานปี 2009. สืบค้นเมื่อ 30 มกราคม 2555, จาก http://kulc.lib.ku.ac.th/beat2010/

[21] สถิติแห่งชาติ. สำรวจสำมะโนประชากรคนไทย. สืบค้นเมื่อ 30 มกราคม 2555, จาก http://www.chaoprayanews.com/2011/04/08/

[22] อัตราค่าไฟฟ้า การไฟฟ้านครหลวง. ประเภทที่ 1 บ้านอยู่อาศัย. สืบค้นเมื่อ 30 มกราคม 2555, จาก http://www.eppo.go.th/power/pw-Rate-MEA.html

ภาคผนวก ก

ตารางแสดงผลการทดลอง

ตารางที่ ก. 1 ผลการทดลองกรณีไม่มีการประกอบอาหารเป็นเวลา 4 วัน ช่วงเช้า

เวลาเช้า	21/05/2554		23/05/2554		24/05/2554		28/05/2554	
น.	อุณหภูมิในหม้อ °C	อุณหภูมินอกหม้อ °C	อุณหภูมิในหม้อ °C	อุณหภูมินอกหม้อ °C	อุณหภูมิในหม้อ °C	อุณหภูมินอกหม้อ °C	อุณหภูมิในหม้อ °C	อุณหภูมินอกหม้อ °C
9.00	27.2	27.2	26.5	26.5	27.5	27.5	25.9	25.9
9.05	33.9	27.5	31.7	26.7	34.2	27.7	30.2	26.2
9.10	40.6	27.5	38.1	26.7	41.5	28.2	36.9	26.2
9.15	47.7	28.1	45.6	26.9	48.1	28.2	43.6	26.5
9.20	55.9	28.5	54.4	27.2	56.9	28.5	49.2	26.7
9.25	60.7	28.6	58.3	27.3	63.1	28.7	55.1	26.9
9.30	67.3	29.1	65.1	27.4	69.3	28.9	59.4	27.1
9.35	73.7	29.3	70.7	27.6	74.7	29.5	64.7	27.2
9.40	75.9	29.5	73.9	27.9	77.9	29.7	69.9	27.4
9.45	78.7	29.9	77.1	28.1	79.5	30.1	73.7	27.7
9.50	80.4	29.9	79.1	28.2	80.5	30.5	75.5	27.9
9.55	82.3	29.7	79.7	28.1	81.3	30.5	78.5	28.3
10.00	80.7	30.2	81.9	28.1	79.7	30.9	80.1	28.3
10.05	79.9	30.2	82.4	28.3	79.9	31.3	80.9	28.3
10.10	80.3	29.9	83.4	28.5	80.1	31.3	82.7	28.1
10.15	80.9	29.9	84.5	28.5	80.9	31.5	83.9	28.2
10.20	83.5	29.7	85.7	28.7	84.2	31.6	84.4	28.2
10.25	85.2	29.9	86.7	28.9	87.9	31.9	85.2	28.4
10.30	86.9	30	87.1	29.2	90.1	32.2	85.9	28.6
10.35	89.3	30.1	87.1	29.1	93.4	32.5	87.1	28.9
10.40	92.4	30.5	87.5	29.2	94.6	31.7	89.8	28.9
10.45	95.3	30.9	88.3	29.4	96.1	31.9	89.3	29.1
10.50	97.8	31.2	88.9	29.4	99.2	32.2	92.7	29.2
10.55	99.3	31.2	90.8	29.5	101.3	32.5	92.6	29.2
11.00	101.9	31.3	93.5	29.6	102.9	32.6	95.5	29.5

ตารางที่ ก. 1 (ต่อ) ผลการทดลองกรณีไม่มีการประกอบอาหารเป็นเวลา 4 วัน ช่วงเช้า

11.05	102.4	31.7	96.1	30.2	103.5	32.7	94.9	29.7
11.10	101.4	31.6	99.3	30.5	102.7	32.6	97.4	29.9
11.15	101.7	31.9	102.5	30.8	102.1	32.9	99.2	30.2
11.20	102.9	32.3	102.2	31.2	101.7	33.1	100.9	30.5
11.25	102.4	31.9	101.9	31.4	101.5	33.1	101.3	30.5
11.30	99.7	31.9	101.2	31.9	101.9	33.1	101.6	30.7
11.35	102.4	32.4	100.5	32.2	102.3	33.3	102.1	31.1
11.40	102.1	32.7	100.9	32.5	102.5	33.7	101.8	31.2
11.45	101.9	33.4	100.4	32.7	102.9	33.7	102.2	31.5
11.50	102.2	33.3	100.2	32.9	103.7	34.1	101.5	31.7
11.55	102.1	33.5	99.8	32.7	103.5	34.1	101.1	31.9
12.00	102.7	33.5	100.5	33.1	103.9	34.3	99.7	32.4

ตารางที่ ก.2 ผลการทดลองกรณีไม่มีการประกอบอาหารเป็นเวลา 4 วัน ช่วงบ่าย

เวลาบ่าย น.	21/05/2554		23/05/2554		24/05/2554		28/05/2554	
	อุณหภูมิในหม้อ °C	อุณหภูมินอกหม้อ °C	อุณหภูมิในหม้อ °C	อุณหภูมินอกหม้อ °C	อุณหภูมิในหม้อ °C	อุณหภูมินอกหม้อ °C	อุณหภูมิในหม้อ °C	อุณหภูมินอกหม้อ °C
13.00	33.1	33.1	32.5	32.5	33.9	33.9	31.7	31.7
13.05	47.1	33.1	43.9	32.7	47.7	34.2	40.4	31.5
13.10	56.9	33.3	50.3	32.7	53.9	34.2	48.2	31.5
13.15	63.3	33.5	52.5	32.5	59.3	34.3	55.1	31.3
13.20	63.5	33.5	56.5	32.7	64.7	34.1	59.1	31.5
13.25	68.9	33.4	62.1	32.7	69.2	34.3	64.5	31.4
13.30	70.7	33.3	67.7	33.1	75.7	34.3	69.7	31.4
13.35	75.3	33.3	73.3	33.1	78.4	34.5	72.9	31.3
13.40	79.1	33.2	78.3	32.9	80.5	34.5	76.4	31.1
13.45	81.9	33.2	78.6	32.9	83.9	34.6	79.8	31.1
13.50	85.2	33.4	79.9	32.5	87.2	34.3	81.3	31.1
13.55	88.5	33.5	83.5	32.5	89.3	34.3	84.7	31.2
14.00	90.8	33.5	86.7	32.7	91.5	34.3	85.3	31.1
14.05	92.1	33.5	90.4	32.5	94.8	34.1	89.3	31.1
14.10	94.4	33.4	92.4	32.4	96.1	34.1	92.7	30.9
14.15	95.4	33.4	95.8	32.1	97.1	34.3	94.5	30.9
14.20	98.5	33.5	96.5	32.1	99.5	34.3	96.2	30.8
14.25	99.2	33.4	96.9	32.2	102.6	34.5	98.2	30.6
14.30	101.7	33.4	98.7	32.2	102.7	34.5	99.4	30.6
14.35	102.1	33.4	99.3	32.2	103.1	34.6	99.4	30.5
14.40	102.6	33.3	100. 4	31.9	103.6	34.5	99.8	30.5
14.45	102.5	33.3	101.9	31.9	103.5	34.6	101.2	30.4
14.50	103.1	33.1	103.1	32.2	104.1	34.4	102.7	30.1
14.55	103.9	33.1	103.7	32.2	104.9	34.5	103.5	30.1
15.00	105.5	32.9	104.4	32.1	105.5	34.5	103.1	29.8

ตารางที่ ก. 2 (ต่อ) ผลการทดลองกรณีไม่มีการประกอบอาหารเป็นเวลา 4 วัน ช่วงบ่าย

15.05	104.6	32.7	102.9	31.9	103.8	34.4	102.3	29.7
15.10	102.2	32.5	100.5	31.7	101.2	34.2	100.9	29.5
15.15	98.9	32.5	97.6	31.7	98.9	34.2	98.5	29.5
15.20	96.5	32.7	95.1	31.4	96.1	34.1	94.7	29.3
15.25	93.2	32.5	91.7	31.2	94.3	34.1	91.1	29.2
15.30	92.3	32.3	88.3	31.2	90.7	34.1	87.5	29.2
15.35	89.2	23.3	85.8	30.9	88. 9	33.9	87.2	28.9
15.40	87.8	32.1	85.5	31.1	86.2	33.9	85.4	28.7
15.45	85.5	31.9	83.4	30.9	85.5	33.6	85.1	28.7
15.50	84.1	32.2	81.9	30.7	85.4	33.7	83.9	28.4
15.55	83.5	32.2	81.2	30.7	83.5	33.7	81.4	28.4
16.00	83.1	32.4	80.5	30.6	82.7	33.7	81.1	28.3

ตารางที่ ก.3 ผลการทดลองกรณี ต้มน้ำเปล่า 600 มิลลิลิตร เป็นเวลา 4 วัน ช่วงเช้า

เวลาเช้า น.	29/05/2554		30/05/2554		31/05/2554		01/06/2554	
	อุณหภูมิในหม้อ °C	อุณหภูมินอกหม้อ °C	อุณหภูมิในหม้อ °C	อุณหภูมินอกหม้อ °C	อุณหภูมิในหม้อ °C	อุณหภูมินอกหม้อ °C	อุณหภูมิในหม้อ °C	อุณหภูมินอกหม้อ °C
9.00	27.2	27.2	25.1	25.1	25.5	25.5	26.7	26.7
9.05	29.7	27.3	26.9	25.1	27.1	25.4	28.5	26.8
9.10	33.5	27.5	28.6	25.3	30.5	25.4	31.4	26.9
9.15	37.7	27.5	30.3	25.5	33.2	25.5	35.4	27.2
9.20	39.2	27.9	34.8	25.5	36.7	25.7	38.1	27.3
9.25	43.5	28.2	37.4	25.9	40.2	25.8	42.8	27.5
9.30	46.8	28.3	41.5	26.1	44.5	25.9	45.2	27.7
9.35	48.6	28.5	46.1	26.2	47.9	25.9	49.7	28.1
9.40	51.2	28.5	49.7	26.3	52.3	26.2	53.5	28.4
9.45	55.7	28.8	51.2	26.3	56.1	26.2	57.4	28.5
9.50	59.1	29.1	54.9	26.5	61.6	26.5	60.9	28.9
9.55	64.7	29.3	58.4	26.9	65.8	26.7	64.7	29.3
10.00	67.5	29.3	63.5	27.1	65.5	26.8	67.2	29.5
10.05	70.2	29.5	66.3	27.1	67.5	26.8	68.1	29.8
10.10	73.5	29.6	68.9	27.4	69.7	27.2	73.4	29.9
10.15	76.9	29.9	71.4	27.5	72.9	27.5	76.7	29.8
10.20	80.7	30.3	74.1	27.8	77.1	27.5	79.3	29.8
10.25	81.5	30.5	75.8	27.9	78.7	27.7	82.1	30.1
10.30	81.7	30.8	79.4	28.2	81.1	27.9	82.3	30.2
10.35	82.3	30.9	81.5	28.3	81.7	28.4	82.5	30.2
10.40	82.5	31.1	81.9	28.5	82.3	28.5	83.2	30.5
10.45	83.5	31.5	82.6	28.5	82.8	28.8	82.9	30.7
10.50	82.9	31.7	83.1	28.9	82.7	29.1	82.9	30.9
10.55	83.1	31.7	82.9	29.3	83.5	29.5	83.1	31.3
11.00	83.6	32.2	82.7	29.5	83.9	29.6	83.5	31.6

ตารางที่ ก. 3 (ต่อ) ผลการทดลองกรณี ต้มน้ำแปล่า 600 มิลลิลิตร เป็นเวลา 4 วัน ช่วงเช้า

11.05	84.2	32.5	82.9	29.7	84.6	29.8	83.7	31.7
11.10	84.5	32.5	83.3	29.7	84.5	30.3	84.2	31.9
11.15	85.7	32.6	83.8	30.4	85.1	30.9	84.5	32.3
11.20	86.7	32.8	84.5	30.7	85.3	31.4	84.8	32.3
11.25	87.2	32.9	85.2	30.9	85.5	31.7	85.4	32.4
11.30	87.5	33.2	85.5	31.2	86.1	32.1	85.9	32.7
11.35	87.3	33.5	85.7	31.5	86.7	32.4	86.6	32.9
11.40	87.1	33.5	86.2	31.6	86.5	32.8	87.2	33.1
11.45	86.7	33.8	85.9	31.9	86.9	33.3	87.1	33.2
11.50	86.9	34.1	86.2	32.4	87.2	33.7	86.8	33.4
11.55	87.1	34.2	86.1	32.6	87.2	34.1	86.3	33.5
12.00	86.8	34.2	85.7	32.9	87.1	34.5	86.2	33.9

ตารางที่ ก.4 ผลการทดลองกรณี ต้มน้ำเปล่า 600 มิลลิลิตร เป็นเวลา 4 วัน ช่วงบ่าย

เวลา บ่าย น.	29/05/2554		30/05/2554		31/05/2554		01/06/2554	
	อุณหภูมิ ในหม้อ °C	อุณหภูมิ นอกหม้อ °C	อุณหภูมิ ในหม้อ °C	อุณหภูมิ นอกหม้อ °C	อุณหภูมิ ในหม้อ °C	อุณหภูมิ นอกหม้อ °C	อุณหภูมิ ในหม้อ °C	อุณหภูมิ นอกหม้อ °C
13.00	34.5	34.5	33.2	33.2	34.7	34.7	35.2	35.2
13.05	37.9	34.4	36.1	33.2	38.5	34.5	39.6	35.2
13.10	42.3	34.4	41.7	33.4	43.4	34.5	44.2	35.3
13.15	46.8	34.5	48.5	33.5	47.7	34.3	49.6	35.4
13.20	55.3	34.5	49.3	33.3	54.2	34.5	57.8	35.4
13.25	62.5	34.7	54.3	33.3	59.5	34.4	61.1	35.2
13.30	67.7	34.6	57.6	33.5	63.8	34.2	66.5	35.1
13.35	71.5	34.5	61.9	33.5	69.1	34.2	74.8	35.1
13.40	76.3	34.5	68.2	33.7	72.6	34.3	79.4	34.8
13.45	80.8	34.4	73.9	33.4	77.1	34.2	82.1	34.7
13.50	81.3	34.3	78.2	33.3	81.7	34.2	83.5	34.7
13.55	83.8	34.3	80.4	33.4	81.9	34.1	86.3	34.9
14.00	84.1	34.4	80.5	33.3	81.7	33.8	85.1	34.7
14.05	84.9	34.2	81.9	33.5	81.9	33.8	84.9	34.6
14.10	86.3	34.2	83.1	33.7	82.5	33.9	84.9	34.5
14.15	87.8	34.1	84.5	33.7	84.8	34.2	84.5	33.9
14.20	87.2	33.8	84.4	33.5	85.2	34.1	84.4	33.8
14.25	86.7	33.7	84.5	33.4	85.7	34.2	85.8	34.2
14.30	86.2	33.6	84.4	33.2	86.9	34.3	85.1	34.3
14.35	85.8	33.6	84.5	33.2	86.8	34.3	85.5	34.2
14.40	85.5	33.4	84.2	33.1	86.8	34.1	85.2	34.1
14.45	84.7	33.2	84.2	32.9	86.5	33.9	84.9	34.1
14.50	84.9	33.2	84.3	32.8	86.4	33.7	85.2	34.3
14.55	84.7	32.9	84.5	32.9	86.5	33.9	85.1	34.2
15.00	84.5	32.8	85.1	33.2	84.5	33.8	84.7	33.9

ตารางที่ ก. 4 (ต่อ) ผลการทดลองกรณี ต้มน้ำปล่า 600 มิลลิลิตร เป็นเวลา 4 วัน ช่วงบ่าย

15.05	83.9	32.7	84.9	33.1	84.2	33.6	84.9	33.9
15.10	83.6	32.7	85.1	33.1	82.9	33.5	84.5	34.2
15.15	82.4	32.5	83.7	32.8	82.8	33.5	84.1	34.1
15.20	81.9	32.1	82.3	32.5	82.8	33.6	83.9	34.1
15.25	79.3	32.2	81.1	32.5	80.5	33.3	83.7	33.8
15.30	78.3	32.1	80.7	32.8	80.1	33.3	83.5	33.8
15.35	77.7	31.8	79.8	32.9	80.1	33.4	83.1	34.2
15.40	75.5	31.7	79.2	33.3	78.7	33.3	81.4	34.2
15.45	75.1	31.5	78.9	33.2	76.5	33.1	79.9	33.9
15.50	74.3	31.5	78.2	33.4	76.2	32.8	79.2	33.7
15.55	72.9	31.4	76.2	33.3	74.9	32.7	78.7	33.7
16.00	72.1	31.3	75.7	33.4	74.3	32.8	77.4	33.9

ตารางที่ ก.5 ผลการทดลองกรณีหุงข้าวสาร ปริมาณ 400 กรัม ในน้ำ 600 มิลลิลิตรเป็นเวลา 4 วัน ช่วงเช้า

เวลาเช้า น.	08/04/2554		13/04/2554		22/04/2554		25/04/2554	
	อุณหภูมิในหม้อ °C	อุณหภูมินอกหม้อ °C	อุณหภูมิในหม้อ °C	อุณหภูมินอกหม้อ °C	อุณหภูมิในหม้อ °C	อุณหภูมินอกหม้อ °C	อุณหภูมิในหม้อ °C	อุณหภูมินอกหม้อ °C
9.00	26.9	26.9	29.1	29.1	26.3	26.3	28.5	28.5
9.05	29.2	27.2	32.7	29.1	29.5	26.3	30.2	28.5
9.10	32.1	27.2	35.9	29.5	33.1	26.7	32.4	28.8
9.15	35.7	27.3	38.5	29.8	37.8	26.9	38.9	29.2
9.20	41.1	27.5	43.9	29.9	42.1	27.2	45.1	29.2
9.25	43.4	27.7	47.1	30.3	45.9	27.7	47.7	29.5
9.30	47.9	27.5	51.4	30.3	48.3	27.5	51.2	29.5
9.35	51.7	27.6	56.3	30.4	51.7	27.6	55.4	29.9
9.40	55.2	27.6	59.4	30.7	55.2	27.6	57.8	29.6
9.45	57.9	27.9	63.2	31.1	57.9	27.9	59.3	29.8
9.50	60.4	28.2	65.6	31.2	60.4	28.2	63.7	30.3
9.55	64.3	28.4	69.9	31.5	64.3	28.7	67.1	30.6
10.00	69.5	28.7	73.7	31.6	69.5	28.8	72.8	30.7
10.05	73.8	28.9	77.4	31.7	73.8	28.9	75.2	30.7
10.10	77.2	29.1	80.1	31.9	77.2	28.9	79.2	30.8
10.15	79.9	29.2	81.3	31.7	79.9	29.2	81.5	31.2
10.20	82.1	29.1	81.7	32.1	81.9	29.1	82.3	31.5
10.25	82.9	29.2	82.3	32.4	82.9	29.2	82.9	31.2
10.30	83.2	29.6	83.4	32.5	83.2	29.6	83.2	31.6
10.35	83.5	29.9	83.6	32.5	83.3	29.9	83.4	31.9
10.40	83.5	30.2	83.4	32.8	83.3	30.2	83.5	32.2
10.45	83.8	30.2	83.7	32.9	83.8	30.2	83.8	32.5
10.50	83.9	30.1	84.1	33.2	83.9	30.1	83.9	32.9
10.55	83.9	30.5	84.6	33.3	83.9	30.5	84.2	33.1
11.00	84.2	30.4	84.6	33.1	84.2	30.4	84.2	32.9

ตารางที่ ก. 5 (ต่อ) ผลการทดลองกรณีหุงข้าวสาร ปริมาณ 400 กรัม ในน้ำ 600 มิลลิลิตรเป็นเวลา 4 วัน ช่วงเช้า

11.05	84.6	30.4	84.9	33.1	84.6	30.4	83.8	32.4
11.10	85.1	30.7	85.5	33.6	84.9	30.7	83.8	32.7
11.15	85.1	31.1	85.8	33.7	85.1	31.1	84.1	33.1
11.20	85.4	31.4	86.2	33.9	85.4	31.4	84.4	33.3
11.25	85.8	31.5	86.5	33.9	85.4	31.5	84.9	33.3
11.30	86.3	31.8	86.9	34.2	86.1	31.8	84.9	33.5
11.35	86.2	32.3	87.1	34.7	86.2	32.3	85.2	33.3
11.40	86.9	32.7			86.7	32.7	85.4	33.7
11.45					86.5			

ตารางที่ ก. 6 ผลการทดลองกรณีหุงข้าวสาร ปริมาณ 400 กรัม ในน้ำ 600 มิลลิลิตรเป็นเวลา 4 วัน ช่วงบ่าย

เวลา บ่าย น.	08/04/2554		13/04/2554		22/04/2554		25/04/2554	
	อุณหภูมิ ในหม้อ °C	อุณหภูมิ นอกหม้อ °C	อุณหภูมิ ในหม้อ °C	อุณหภูมิ นอกหม้อ °C	อุณหภูมิ ในหม้อ °C	อุณหภูมิ นอกหม้อ °C	อุณหภูมิ ในหม้อ °C	อุณหภูมิ นอกหม้อ °C
13.00	33.5	33.5	35.7	35.7	33.9	33.9	34.3	34.3
13.05	37.1	33.7	37.9	35.7	36.2	33.9	38.9	34.7
13.10	44.7	33.8	45.8	35.9	42.7	34.2	44.7	34.9
13.15	49.2	34.2	51.2	36.2	48.1	34.2	50.6	35.2
13.20	56.1	34.5	58.4	35.8	56.1	34.6	58.4	35.5
13.25	61.8	34.9	65.9	35.9	61.8	34.9	64.1	35.8
13.30	66.9	35.1	72.1	36.1	66.9	35.2	73.9	36.2
13.35	72.5	35.4	77.8	36.3	72.5	35.4	78.7	36.5
13.40	79.8	35.4	82.2	36.3	79.8	35.5	81.9	36.5
13.45	83.9	35.4	84.9	36.5	83.9	35.4	83.4	36.8
13.50	85.4	35.9	85.4	36.6	85.4	35.9	84.4	36.6
13.55	85.7	36.1	85.9	36.4	85.7	36.1	85.1	36.4
14.00	86.2	35.9	86.3	36.5	86.2	35.9	85.5	36.1
14.05	85.8	36.2	86.2	35.7	85.8	36	85.7	35.7
14.10	84.5	36	85.7	35.7	84.5	36.2	85.7	35.5
14.15	84.1	35.9	84.9	35.5	84.1	35.9	84.5	35.5
14.20	83.5	35.8	83.5	35.4	83.5	35.8	83.9	35.4
14.25	83	35.5	84.1	35.5	83.3	35.8	84.8	35.8
14.30	82.9	35.4	84.5	35.8	82.9	35.4	84.5	35.8
14.35	83.4	34.9	84.2	35.5	83.5	34.8	84.3	35.5
14.40	83.2	34.3	84.5	35.2	82.9	34.5	84.3	35.4
14.45	83.2	34.5	84.3	34.9	82.9	34.5	84.1	35.2
14.50	83.3	34.9	84.1	34.6	83.3	34.9	83.9	35.6
14.55	82.9	35.1			83.1	35.2	83.5	35.6

ตารางที่ ก. 7 ผลการทดลองกรณีอบเนื้อไก่ 150 กรัม เป็นเวลา 4 วัน ช่วงเช้า

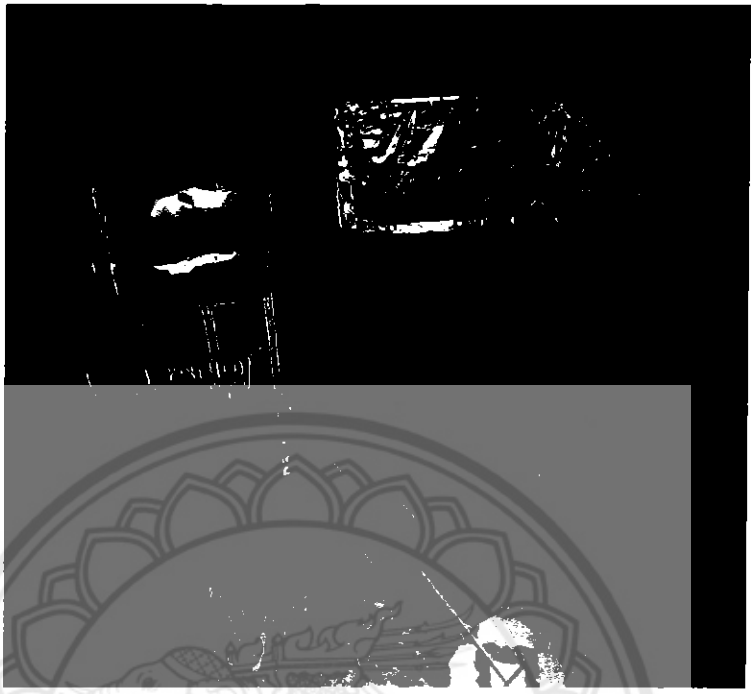
เวลาเช้า น.	26/04/2554		27/04/2554		29/04/2554		30/04/2554	
	อุณหภูมิในหม้อ °C	อุณหภูมินอกหม้อ °C	อุณหภูมิในหม้อ °C	อุณหภูมินอกหม้อ °C	อุณหภูมิในหม้อ °C	อุณหภูมินอกหม้อ °C	อุณหภูมิในหม้อ °C	อุณหภูมินอกหม้อ °C
9.00	27.2	27.2	29.3	29.3	28.5	28.5	27.7	27.7
9.05	35.9	27.2	36.7	29.3	39.4	28.5	38.4	27.7
9.10	43.7	27.3	44.9	29.5	45.1	28.8	46.2	27.9
9.15	49.2	27.5	50.4	29.9	50.9	29.3	51.7	28.2
9.20	56.1	27.9	57.3	30.2	56.1	29.3	57.3	28.2
9.25	62.9	28.2	60.1	29.9	62.9	29.2	60.1	28.9
9.30	65.7	28.2	64.3	30.4	65.7	29.2	64.5	29.4
9.35	69.3	28.6	68.7	30.6	69.3	29.6	68.7	29.6
9.40	74.4	29.1	70.9	30.9	74.4	30.1	70.9	29.9
9.45	79.7	29.2	73.4	31.1	79.7	30.2	73.7	30.1
9.50	79.1	29.5	77.1	31.3	80.5	30.5	77.1	31.3
9.55	81.2	29.4	78.9	31.8	81.2	30.8	78.9	31.8
10.00	83.9	29.5	80.2	31.5	83.9	31.1	80.3	31.6
10.05	85.6	29.7	81.7	31.5	85.6	30.7	81.7	31.5
10.10	83.4	29.9	80.5	31.3	84.7	30.9	80.5	31.3
10.15	86.7	30.4	80.9	31.5	86.4	31.4	80.1	31.5
10.20	87.1	30.5	83.4	31.6	87.1	30.8	83.4	31.2
10.25	86.3	30.6	85.2	31.9	86.3	31.2	85.2	31.2
10.30	88.4	30.7	85.9	32.1	88.4	31.7	85.9	30.9
10.35	89.2	30.9	88.1	32.1	88.9	31.9	88.7	31.2
10.40	89.5	31.1	90.7	32.2	91.5	32.5	90.4	30.9
10.45	89.9	31.6	92.3	31.9	92.9	32.8	92.3	31.2
10.50	90.6	31.9	93.9	32.2	93.6	33.2	93.9	31.5
10.55	91.3	32.2			94.3	32.9	94.5	31.5

ตารางที่ ก. 8 ผลการทดลองกรณีอบเนื้อไก่ 150 กรัม เป็นเวลา 4 วัน ช่วงบ่าย

เวลาบ่าย น.	26/04/2554		27/04/2554		29/04/2554		30/24/2554	
	อุณหภูมิในหม้อ °C	อุณหภูมินอกหม้อ °C	อุณหภูมิในหม้อ °C	อุณหภูมินอกหม้อ °C	อุณหภูมิในหม้อ °C	อุณหภูมินอกหม้อ °C	อุณหภูมิในหม้อ °C	อุณหภูมินอกหม้อ °C
13.00	34.3	34.3	34.1	34.1	33.9	33.9	33.6	33.6
13.05	38.6	34.5	39.7	34.5	40.1	33.9	39.9	33.8
13.10	45.7	34.8	45.2	35.1	46.8	34.2	44.5	34.2
13.15	50.9	35.1	53.9	34.9	52.4	34.2	49.7	34.2
13.20	57.3	34.7	58.6	35.2	57.3	34.4	55.3	34.4
13.25	63.1	34.5	64.1	35.3	63.1	33.9	59.9	33.9
13.30	66.9	34.2	68.7	34.9	66.9	34.2	64.7	34.2
13.35	71.4	33.8	75.3	34.6	71.4	33.8	68.2	33.8
13.40	75.3	33.8	80.4	34.8	75.3	33.8	75.4	33.8
13.45	79.9	33.8	82.7	35.2	79.9	33.8	79.5	33.8
13.50	82.7	34	84.5	35.1	82.7	34	82.2	34
13.55	84.2	34.2	85.4	34.8	84.2	34.2	84.7	34.2
14.00	85.5	34.1	88.1	34.8	85.5	34.1	85.5	34.1
14.05	87.1	35	90.9	35.3	87.1	35	87.1	35
14.10	88.9	34.2	91.3	35.1	88.9	34.2	90.1	34.2
14.15	90.3	34.5	91.5	34.9	90.3	34.5	90.3	34.5
14.20	91.5	34.9	92.3	35.1	91.5	34.9	91.5	34.2
14.25	92.2	34.8	93.5	34.9	92.2	34.8	92.3	34.1
14.30	92.7	34.5			92.3	35.2	93.7	33.7
14.35	93.1	34.5			93.5	34.9	93.7	33.9

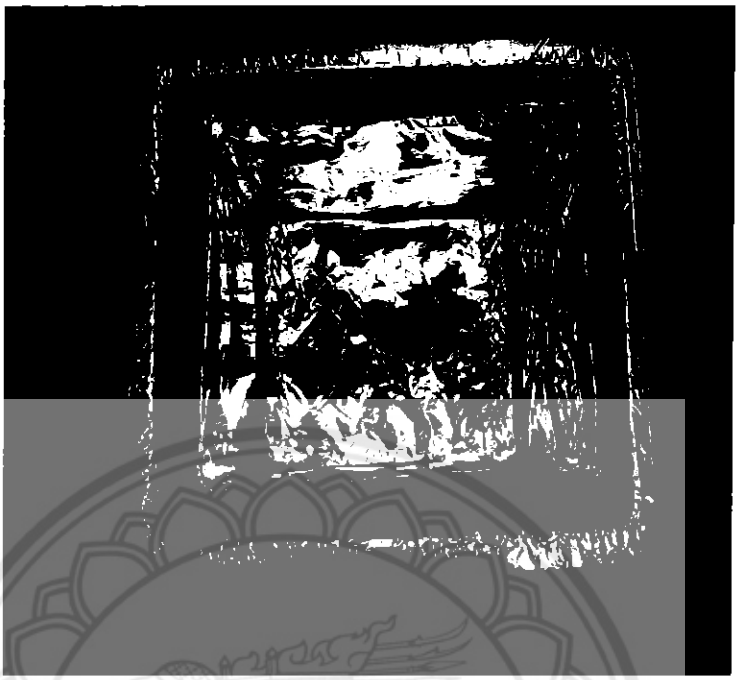
ภาคผนวก ข

รูปการสร้างและทดลองเตาพลังงานแสงอาทิตย์



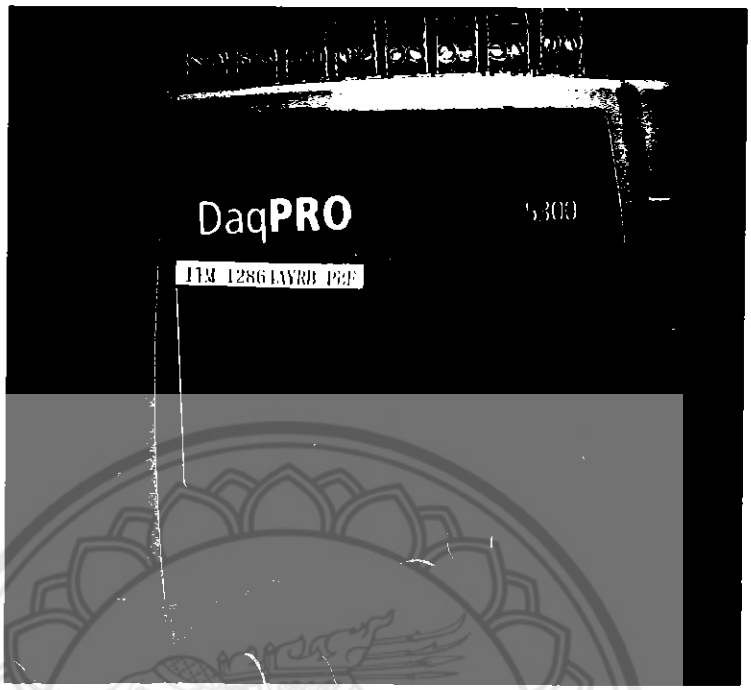
รูปที่ ข.1 เปรียบเทียบระหว่างกล่องข้างในและกล่องข้างนอก

รูปที่ ข.2 ท่อถูกติดตั้งไว้เพื่อยกฐานกล่องข้างในให้สูงจากพื้น 6 ซม.



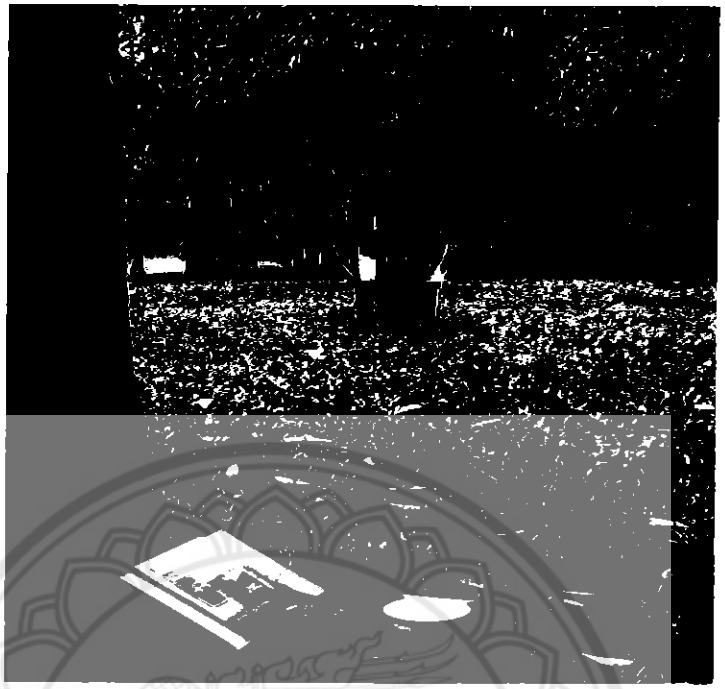
รูปที่ ข.3 ใช้ฟางแห้งเป็นฉนวนกันความร้อน

รูปที่ ข.4 ติดตั้งแผงสะท้อนแสงแบบพาราโบลิค



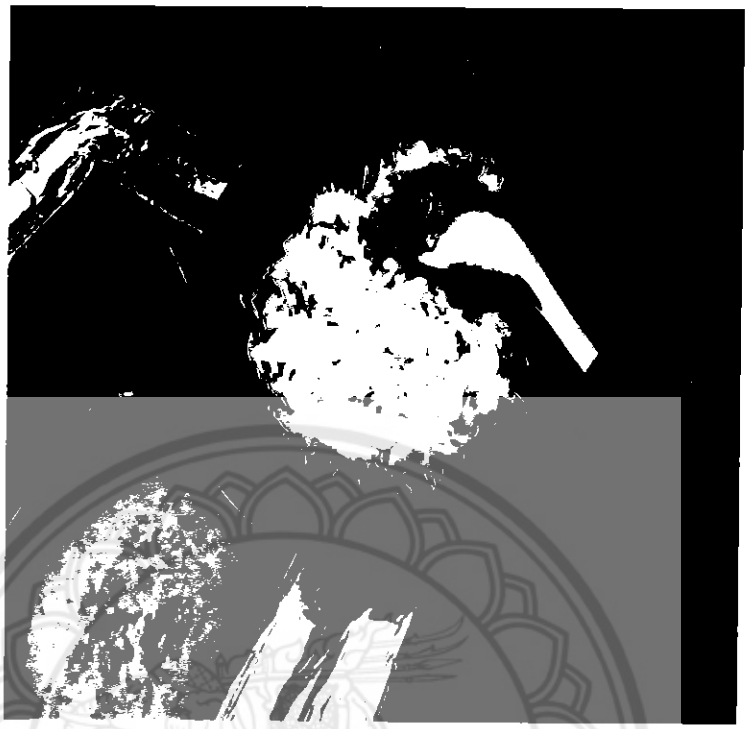
รูปที่ ข.5 Data logger ต่อกับสาย Thermo cupple Type K เพื่อวัดอุณหภูมิและบันทึกข้อมูล

รูปที่ ข.6 ก่อนการทดลองต้องวัดระยะห่างของแผงสะท้อนแสงให้ได้ระยะที่ถูกต้อง



รูปที่ ข.7 การเก็บผลการทดลอง

รูปที่ ข.8 ลักษณะไอน้ำเกาะที่กระจกมากแสดงว่าข้าวที่หุงกำลังจะสุก



รูปที่ ข.9 ลักษณะของข้าวหลังการทดลองข้าวมีลักษณะสุกและหอม

ภาคผนวก ค

ตารางแสดงข้อมูลความเข้มแสงอาทิตย์ (W/m^2)

ตารางที่ ค.1 ความเข้มแสงอาทิตย์ (W/m^2) กรณีไม่มีการประกอบอาหาร เป็นเวลา 4 วัน ช่วงเช้า

เวลาเช้า (น.)	21/05/2554 (W/m^2)	23/05/2554 (W/m^2)	24/05/2554 (W/m^2)	28/05/2554 (W/m^2)
9.00	273.1	241.2	298.5	151.8
9.05	293.8	307.5	366.7	168.7
9.10	321.5	372.1	401.8	242.8
9.15	382.1	258.4	490.1	195.1
9.20	354.9	366.9	553.2	249.1
9.25	409.3	314.7	573.4	381.7
9.30	337.7	487.2	594.1	364.5
9.35	427.5	458.2	605.3	404.9
9.40	496.1	543.1	581.3	458.2
9.45	524.8	553.7	713.5	613.5
9.50	561.9	684.8	610.4	610.4
9.55	541.2	632.9	693.1	525.4
10.00	442.7	581.3	647.9	447.9
10.05	682.8	735.8	757.5	657.5
10.10	648.9	649.7	711.9	649.1
10.15	689.3	679.3	768.7	568.7
10.20	756.1	741.9	589.2	499.4
10.25	791.6	792.1	634.1	631.7
10.30	742.5	767.7	748.7	698.5
10.35	611.6	541.9	817.3	721.6
10.40	793.4	638.7	780.4	749.3
10.45	553.4	698.1	777.4	617.7
10.50	680.1	742.5	626.6	592.1
10.55	749.5	831.4	767.1	748.5
11.00	792.4	744.9	842.8	816.4
11.05	811.9	874.2	868.6	728.9
11.10	852.7	816.7	834.6	874.2

ตารางที่ ค.1 (ต่อ) ความเข้มแสงอาทิตย์ (W/m^2) กรณีไม่มีการประกอบอาหาร เป็นเวลา 4 วัน ช่วงเช้า

11.15	896.1	856.1	936.1	816.7
11.20	867.3	715.3	896.5	856.1
11.25	804.8	872.1	715.4	752.7
11.30	752.9	843.2	839.4	615.3
11.35	793.8	717.4	698.1	898.1
11.40	826.7	889.5	866.9	760.5
11.45	854.3	846.7	914.3	886.3
11.50	809.1	789.1	868.7	892.2
11.55	817.9	856.9	903.5	793.8
12.00	854.2	883.9	871.2	846.4

ตารางที่ ค.2 ความเข้มแสงอาทิตย์ (W/m^2) กรณีไม่มีการประกอบอาหาร เป็นเวลา 4 วัน ช่วงบ่าย

เวลาบ่าย (น.)	21/05/2554 (W/m^2)	23/05/2554 (W/m^2)	24/05/2554 (W/m^2)	28/05/2554 (W/m^2)
13.00	843.7	835.1	891.9	754.6
13.05	814.9	773.5	663.4	863.5
13.10	614.5	839.4	780.1	810.4
13.15	729.3	821.4	876.8	726.7
13.20	827.1	742.9	858.2	851.9
13.25	834.9	819.5	779.9	728.4
13.30	752.1	763.2	852.1	757.5
13.35	779.2	696.7	631.9	831.9
13.40	812.7	829.5	560.8	663.4
13.45	834.6	792.4	804.7	484.5
13.50	765.9	809.1	760.2	667.3
13.55	865.7	757.4	885.7	772.8
14.00	725.6	719.5	916.7	804.7
14.05	763.3	642.5	863.3	749.7
14.10	683.1	771.3	744.7	624.5
14.15	709.2	712.9	748.8	529.3
14.20	772.4	631.7	810.2	658.7
14.25	692.8	664.8	701.5	725.5
14.30	654.7	775.3	687.3	619.3
14.35	721.9	721.9	655.4	683.9
14.40	643.8	695.7	717.9	747.1
14.45	514.5	638.1	738.2	651.7
14.50	622.2	554.2	598.6	625.9
14.55	648.7	597.4	719.4	634.2
15.00	588.7	429.5	681.7	577.5
15.05	449.2	577.1	595.6	523.7
15.10	587.4	549.5	675.2	417.8

ตารางที่ ค.2 (ต่อ) ความเข้มแสงอาทิตย์ (W/m^2) กรณีไม่มีการประกอบอาหาร เป็นเวลา 4 วัน ช่วงบ่าย

15.15	524.8	482.8	562.3	587.6
15.20	482.6	451.8	559.4	541.3
15.25	431.2	374.1	637.1	499.2
15.30	395.7	502.7	444.7	479.1
15.35	457.1	395.1	642.9	352.8
15.40	493.8	454.7	584.4	442.7
15.45	534.4	414.8	559.7	395.1
15.50	487.1	372.9	401.5	354.7
15.55	451.8	343.1	568.2	293.4
16.00	437.2	319.5	512.9	257.5

ตารางที่ ค. 3 ความเข้มแสงอาทิตย์ (W/m^2) กรณีต้มน้ำเปล่า 600 มิลลิลิตร เป็นเวลา 4 วัน ช่วงเช้า

เวลาเช้า (น.)	29/05/2554 (W/m^2)	30/05/2554 (W/m^2)	31/05/2554 (W/m^2)	01/06/2554 (W/m^2)
9.00	268.6	98.4	124.7	256.4
9.05	285.4	137.5	159.5	289.2
9.10	294.7	186.3	194.8	352.1
9.15	337.3	214.9	237.1	379.4
9.20	391.2	259.5	267.4	432.8
9.25	312.8	281.6	306.2	457.9
9.30	366.1	324.1	297.7	381.6
9.35	472.1	297.3	352.9	476.2
9.40	517.5	348.7	384.7	551.7
9.45	486.1	392.5	452.7	597.6
9.50	493.8	427.8	477.3	667.4
9.55	552.9	469.3	583.1	689.1
10.00	541.2	412.6	492.5	747.9
10.05	442.7	387.5	567.9	681.5
10.10	682.8	459.2	614.5	724.9
10.15	648.9	564.8	579.8	795.6
10.20	689.3	591.7	588.6	741.7
10.25	756.1	658.3	624.3	682.4
10.30	791.6	616.1	675.9	756.2
10.35	742.5	573.7	721.3	781.9
10.40	624.5	638.9	754.3	734.8
10.45	793.4	684.2	772.7	577.4
10.50	593.2	733.8	794.3	754.2
10.55	680.1	762.9	635.7	814.6
11.00	749.5	714.3	748.9	861.9
11.05	792.4	783.5	803.6	648.5
11.10	858.2	841.2	852.7	772.6

ตารางที่ ค.3 (ต่อ) ความเข้มแสงอาทิตย์ (W/m^2) กรณีต้มน้ำเปล่า 600 มิลลิลิตร เป็นเวลา 4 วัน ช่วงเช้า

11.15	822.4	862.9	878.9	856.1
11.20	799.5	815.7	653.1	816.5
11.25	817.8	764.1	794.5	885.4
11.30	834.1	792.5	864.3	747.5
11.35	722.7	831.7	879.5	828.9
11.40	763.8	864.9	814.5	849.2
11.45	846.7	699.5	763.2	872.6
11.50	824.3	782.4	798.6	634.2
11.55	863.1	815.7	834.2	837.5
12.00	827.3	849.2	807.9	901.3

ตารางที่ ค.4 ความเข้มแสงอาทิตย์ (W/m^2) กรณีต้มน้ำเปล่า 600 มิลลิลิตร เป็นเวลา 4 วัน ช่วงบ่าย

เวลาบ่าย (น.)	29/05/2554 (W/m^2)	30/05/2554 (W/m^2)	31/05/2554 (W/m^2)	01/06/2554 (W/m^2)
13.00	857.1	807.5	836.7	915.4
13.05	809.6	834.2	812.4	847.6
13.10	752.1	692.7	767.4	883.4
13.15	779.2	737.5	793.2	689.4
13.20	812.7	798.4	852.9	725.1
13.25	741.6	852.9	825.1	852.6
13.30	865.9	881.4	803.7	829.7
13.35	865.7	823.6	779.5	747.6
13.40	843.7	749.3	637.2	794.8
13.45	814.9	776.8	721.8	848.6
13.50	614.5	843.1	763.4	810.2
13.55	717.5	822.7	812.5	785.7
14.00	633.7	884.5	849.5	806.7
14.05	729.8	797.3	793.8	746.9
14.10	781.3	816.5	722.4	792.5
14.15	688.5	761.7	737.4	641.8
14.20	672.1	739.8	649.7	772.4
14.25	732.7	651.4	703.6	743.9
14.30	618.2	712.8	549.3	684.1
14.35	514.6	686.1	667.3	644.9
14.40	722.3	642.9	634.9	623.8
14.45	688.4	657.2	617.8	709.6
14.50	569.3	577.5	597.3	651.3
14.55	492.7	604.8	634.7	624.8
15.00	601.4	569.3	609.5	592.6
15.05	538.9	532.7	577.5	612.5
15.10	466.5	482.6	526.3	571.6

ตารางที่ ค. 4 (ต่อ) ความเข้มแสงอาทิตย์ (W/m^2) กรณีต้มน้ำเปล่า 600 มิลลิลิตร เป็นเวลา 4 วัน ช่วงบ่าย

15.15	481.7	513.4	492.7	549.4
15.20	384.3	579.4	541.9	519.8
15.25	412.5	523.6	528.6	458.1
15.30	496.1	482.5	513.5	581.4
15.35	592.7	524.5	483.1	563.7
15.40	527.5	501.7	469.7	462.8
15.45	491.2	483.2	477.5	415.9
15.50	537.9	429.2	425.9	357.1
15.55	472.5	377.9	397.1	463.7
16.00	449.3	427.5	382.6	469.4

ตารางที่ ค. 5 ความเข้มแสงอาทิตย์ (W/m^2) กรณีหุงข้าวสารปริมาณ 400 กรัม ในน้ำ 600 มิลลิลิตร เป็นเวลา 4 วัน ช่วงเช้า

เวลาเช้า (น.)	08/04/2554 (W/m^2)	18/04/2554 (W/m^2)	22/04/2554 (W/m^2)	25/04/2554 (W/m^2)
9.00	317.4	329.3	281.5	312.7
9.05	384.6	417.5	319.7	415.9
9.10	442.9	482.3	388.4	466.5
9.15	454.8	494.8	456.9	396.6
9.20	595.1	571.9	479.4	539.4
9.25	623.7	554.1	523.9	592.7
9.30	557.1	607.2	542.9	613.5
9.35	612.3	652.4	512.3	689.1
9.40	686.4	717.9	586.4	654.8
9.45	721.9	694.3	621.9	721.9
9.50	801.5	758.2	771.2	705.3
9.55	766.8	818.2	821.4	639.2
10.00	837.5	779.2	737.5	803.5
10.05	894.9	816.3	814.9	857.9
10.10	918.1	891.8	818.1	891.1
10.15	869.4	844.7	809.5	859.4
10.20	716.5	946.1	836.5	836.5
10.25	771.4	974.2	871.4	671.4
10.30	847.9	924.9	772.9	772.9
10.35	894.3	998.2	794.3	694.3
10.40	919.8	1002.6	819.8	749.8
10.45	953.6	987.2	853.6	813.6
10.50	719.4	1001.5	919.4	829.4
10.55	927.3	1012.9	927.3	887.3
11.00	991.8	799.3	931.8	931.8
11.05	989.9	909.8	989.9	986.3

ตารางที่ ค. 5 (ต่อ) ความเข้มแสงอาทิตย์ (W/m^2) กรณีหุงข้าวสารปริมาณ 400 กรัม ในน้ำ 600 มิลลิลิตร เป็นเวลา 4 วัน ช่วงเช้า

11.10	1022.1	956	992.1	1002.1
11.15	996.9	982.1	875	996.9
11.20	967.2	1026.7	967.2	967.2
11.25	1038.9	1011.7	847.3	942.9
11.30	1023.4	1035.6	895.6	968.1
11.35	999.7	1079.5	912.8	899.7
11.40	1054.2		954.3	910.2
11.45			926.9	
11.50			897.1	

ตารางที่ ค.6 ความเข้มแสงอาทิตย์ (W/m^2) กรณีหุงข้าวสารปริมาณ 400 กรัม ในน้ำ 600 มิลลิลิตร เป็นเวลา 4 วัน ช่วงบ่าย

เวลาบ่าย (น.)	08/04/2554 (W/m^2)	18/04/2554 (W/m^2)	22/04/2554 (W/m^2)	25/04/2554 (W/m^2)
13.00	1085.7	1066.4	1074.9	981.2
13.05	911.3	1112.9	1032.4	924.7
13.10	956.9	1041.5	989.6	972.6
13.15	889.2	921.3	942.9	998.1
13.20	927.2	985.1	1037.1	1005.1
13.25	1049.6	1008.1	1067.5	998.4
13.30	927.8	1035.6	949.6	1035.6
13.35	1055.7	1072.9	981.3	1072.9
13.40	1024.8	859.3	953.7	1059.3
13.45	998.5	1139.7	998.5	992.7
13.50	1024.8	1075.4	924.8	975.4
13.55	979.9	996.8	979.9	1034.8
14.00	1028.4	1019.6	848.2	893.6
14.05	953.6	1028.2	953.6	932.9
14.10	966.7	983.9	929.8	991.3
14.15	812.3	942.1	912.3	1042.1
14.20	896.4	763.9	854.8	926.4
14.25	872.1	982.8	872.1	982.8
14.30	821.9	927.3	821.9	1027.3
14.35	867.5	879.5	867.5	979.5
14.40	963.9	854.2	752.3	952.9
14.45	888.2	812.7	792.9	747.9
14.50	837.1	796.4	809.4	829.1
14.55	751.5		831.8	792.8
15.00	822.4		798.2	

ตารางที่ ค. 7 ความเข้มแสงอาทิตย์ (W/m^2) กรณีอบเนื้อไก่ 150 กรัม เป็นเวลา 4 วัน ช่วงเช้า

เวลาเช้า (น.)	26/04/2554 (W/m^2)	27/04/2554 (W/m^2)	29/04/2554 (W/m^2)	30/04/2554 (W/m^2)
9.00	261.7	393.7	391.8	274.8
9.05	297.2	496.7	397.2	385.6
9.10	323.1	501.8	423.1	351.6
9.15	357.6	530.1	357.6	425.9
9.20	455.9	550.2	455.9	492.8
9.25	398.2	622.9	542.5	502.7
9.30	412.7	594.1	512.7	594.1
9.35	443.25	605.3	559.1	605.3
9.40	456.28	692.3	582.7	692.3
9.45	530.5	713.5	630.5	613.5
9.50	589.7	810.4	679.8	610.4
9.55	557.6	845.8	735.2	745.8
10.00	612.6	796.8	712.9	796.8
10.05	733.1	842.9	791.5	756.5
10.10	796.2	816.9	896.2	611.9
10.15	802.4	728.3	802.4	728.3
10.20	897.2	815.7	804.9	843.1
10.25	829.8	826.7	759.2	826.7
10.30	837.7	794.2	837.7	794.2
10.35	856.3	814.5	856.3	825.6
10.40	871.2	923.1	871.2	723.1
10.45	885.2	876.5	728.6	839.1
10.50	924.6	887.4	872.4	847.9
10.55	877.8		863.9	843.2
11.00	912.5			751.6

ตารางที่ ค.8 ความเข้มแสงอาทิตย์ (W/m^2) กรณีอบเนื้อไก่ 150 กรัม เป็นเวลา 4 วัน ช่วงบ่าย

เวลาบ่าย (น.)	26/04/2554 (W/m^2)	27/04/2554 (W/m^2)	29/04/2554 (W/m^2)	30/04/2554 (W/m^2)
13.00	982.7	935.7	912.7	905.8
13.05	1015.9	906.9	935.5	917.6
13.10	1028.3	901.7	942.1	896.7
13.15	966.7	919.1	752.9	872.6
13.20	949.2	846.1	949.2	894.7
13.25	965.6	891.6	993.5	814.2
13.30	771.8	879.7	854.1	971.8
13.35	970.1	893.4	872.8	970.1
13.40	855.7	899.7	955.7	944.8
13.45	953.4	979.4	928.7	891.6
13.50	1042.6	1028.6	992.6	942.8
13.55	972.8	1012.3	1042.8	942.4
14.00	849.9	1001.9	1149.9	989.5
14.05	955.6	1056.1	855.6	855.6
14.10	1008.1	997.3	708.1	908.1
14.15	903	953.7	893.7	937.8
14.20	892.7	910.1	966.7	894.6
14.25	881.8	870.5	925.9	847.1
14.30	866.5		892.6	795.3
14.35	829.7		934.2	872.8