การออกแบบเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบไฮบริด

Designing of a Hybrid Solar Dryer

นายกิตติพัฒน์ ศรีเจริญ

นายกิตติพงศ์ ศรีเจริญ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวัสดุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ปีการศึกษา 2562

การออกแบบเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบไฮบริด

Designing of a Hybrid Solar Dryer

นายกิตติพัฒน์ ศรีเจริญ

นายกิตติพงศ์ ศรีเจริญ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวัสดุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ปีการศึกษา 2562

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชื่อปริญญานิพนธ์	การออกแบบเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบไฮบริด
ชื่อ นามสกุล	นายกิตติพัฒน์ ศรีเจริญ
	นายกิตติพงศ์ ศรีเจริญ
ชื่อปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วัสดุศาสตร์อุตสาหกรรม
คณะ	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ พลกฤษณ์ คุ้มกล่ำ

คณะกรรมการสอบได้ให้ความเห็นชอบปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว

..... **ประธานกรรมการ**

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ธนพงศ์ สารีอินทร์, ปร.ด.)

..... **กรรมการ**

(อาจารย์ จิระศักดิ์ ธาระจักร์, ปร.ด.)

..... **กรรมการและอาจารยที่ปรึกษา**

(อาจารย์ พลกฤษณ์ คุ้มกล่ำ)

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
อนุมัติให้นับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาตรบัณฑิต
สาขาวิชาวัสดุศาสตร์อุตสาหกรรม
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

ชื่อปริญญานิพนธ์ การออกแบบเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบไฮบริด
ชื่อ - สกุล นายกิตติพัฒน์ ศรีเจริญ
นายกิตติพงศ์ ศรีเจริญ
ชื่อปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา วัสดุศาสตร์อุตสาหกรรม
คณะ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ปีการศึกษา 2562

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาและทดลองเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบไฮบริดโดยใช้กล้วยน้ำว้าเป็นวัตถุดิบในการทดลองมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบ สร้างและทดสอบเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่ใช้พลังงานความร้อนร่วมกับฮีทเตอร์อินฟราเรด

ผลการทดลองอบแห้งกล้วยน้ำว้าช่วงเวลากลางคืนโดยใช้พลังงานความร้อนจากฮีทเตอร์อินฟราเรด พบว่าในการทดลองเวลากลางคืนความชื้นกล้วยน้ำว้าลดลงได้มากกว่าการทดลองเวลากลางวัน 61.25 % อุณหภูมิภายในเครื่องอบแห้งเวลากลางคืนเมื่อใช้ความร้อนจากฮีทเตอร์อินฟราเรดอยู่ที่ 49.1–55.0 องศาเซลเซียส การใช้ความร้อนจากแสงอาทิตย์ร่วมกับฮีทเตอร์อินฟราเรดทำให้ความชื้นกล้วยน้ำว้าลดลงได้มากขึ้นราว 27 % เมื่อเปรียบเทียบกับการอบแห้งด้วยความร้อนจากแสงอาทิตย์เท่านั้น

คำสำคัญ : เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์, การใช้ความร้อนร่วม, กล้วยน้ำว้า

Project title Designing of a Hybrid Solar Dryer
Author Mr.Kittipat Sricharoen
Mr.Kittipong Sricharoen

Degree Bachelor of Science (Industrial Materials Science)
Major Industrial Materials Science
Academic Year 2019

ABSTRACT

This research is to develop and experiment the hybrid solar dryer by using cultivated banana as the ingredient in the experiment. The objective is to design, create and test the hybrid solar dryer that using heat energy with infrared heater.

The result from the experiment of drying cultivated banana at night-time by using heat energy from infrared heater is found that, at night-time experiment, cultivated banana's moisture is decrease more than at day-time's experiment for 61.25 %. The temperature inside the hybrid solar dryer at night when using heat energy from infrared heater is at 49.1-55.0°C. Using heat from sunlight together with infrared heater cause the cultivated banana's moisture to decrease better, approximately 27 %, when compare to drying with heat energy by only sunlight.

Keywords : Solar dryer, combined heat, Bananas

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบุคคลและกลุ่มบุคคลต่าง ๆ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ ช่วยเหลืออย่างดียิ่งทั้งในด้านวิชาการและด้านการดำเนินงานวิจัย ได้แก่

คณาจารย์ ที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ทุกท่านที่เคยสั่งสอน และให้ความรู้ รวมทั้งความช่วยเหลือต่าง ๆ จนก่อให้เกิดความรู้และสามารถนำมาช่วยในการวิจัยครั้งนี้

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนงบประมาณจากโครงการส่งเสริม สิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมเพื่อคนรุ่นใหม่ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2563 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา-มารดา ที่ให้การเลี้ยงดู อบรม-สั่งสอนและส่งเสริมการศึกษาเป็นอย่างดี รวมทั้งให้กำลังใจและแรงผลักดัน จนทำให้ผู้วิจัยประสบความสำเร็จในชีวิตตลอดมา

ท้ายนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณเพื่อนๆ ที่คอยให้คำปรึกษาและคอยอยู่เคียงข้างผู้วิจัยตลอดในระยะเวลา 4 ปีที่ผ่านมา

นายกิตติพัฒน์ ศรีเจริญ

นายกิตติพงศ์ ศรีเจริญ

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อ (ภาษาไทย)		ก
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ)		ข
กิตติกรรมประกาศ		ค
สารบัญ		ง
สารบัญตาราง		ฉ
สารบัญรูป		ช
1	บทนำ	1
	1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
	1.2 วัตถุประสงค์	2
	1.3 ขอบเขตของโครงการ	2
	1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
	1.5 ระยะเวลาการดำเนินงาน	3
2	แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวของ	4
	2.1 บทนำ	4
	2.2 ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย	4
	2.3 ทฤษฎีการอบแห้ง	9
	2.4 อัตราส่วนความชื้น	11
	2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	11
3	วิธีดำเนินการ	18
	3.1 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	18
	3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน	19
	3.2.1 ขั้นตอนการศึกษาหาข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต	20
	3.2.2 ขั้นตอนการเขียนแบบดัดแปลงเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์	20
	3.2.3 ขั้นตอนการปรับปรุงเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์	25
	3.2.4 ขั้นตอนการติดตั้งหลอดฮีทเตอร์อินฟราเรด	26
	3.2.5 ขั้นตอนการทำงานของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบไฮบริด	27
	3.2.6 ขั้นตอนการชั่งน้ำหนักของกล้วยน้ำว้า	28
	3.2.7 ขั้นตอนการอบแห้งกล้วยน้ำว้า	30

สารบัญ(ต่อ)

		หน้า
4	ผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง	31
	4.1 ผลการเปรียบเทียบอุณหภูมิภายในและภายนอกเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์	31
	4.2 การเปลี่ยนแปลงความชื้นกล้วยน้ำว้า	36
	4.3 ค่าอัตราส่วนความชื้น	41
5	สรุปผล และข้อเสนอแนะ	42
	5.1 สรุปผลการทดลอง	42
	5.2 ข้อเสนอแนะ	42
เอกสารอ้างอิง		43
ประวัตินักศึกษา		45

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3.1	อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	18
3.2	เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	18

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	แผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์เฉลี่ยตลอดปี (การกระจายของรังสีอาทิตย์รายวันเฉลี่ยต่อปี)	5
2.2	แผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของเดือนต่าง ๆ	5
2.3	ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นของแข็งและเวลาในการอบแห้ง	10
2.4	แสดงเครื่องอบแห้งที่พัฒนาขึ้นโดย Exell และ Kornsakoo	12
2.5	เครื่องอบแห้งที่พัฒนาโดย Wibulswas และคณะ	12
2.6	ลักษณะการไหลของอากาศภายในเครื่องอบแห้งชนิดพาความร้อนแบบธรรมชาติ	14
2.7	เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเต็นท์	14
3.1	ขั้นตอนการทดลองเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบไฮบริด	19
3.2	รูปส่วนของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์	20
3.3	รูปฝาเปิด-ปิด เพื่อนำผลผลิตเข้าเครื่องอบแห้ง	21
3.4	รูปส่วนของฐานเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์	21
3.5	รูปแผงโซล่าเซลล์	22
3.6	รูปล้อไว้สำหรับเคลื่อนย้ายเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์	22
3.7	รูปแผ่นโพลิคาร์บอเนตใช้สำหรับรับรังสีความร้อน	23
3.8	(ก) รูปภาพเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ก่อนนำไปดัดแปลง (ข) รูปภาพเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์หลังการดัดแปลง	24
3.9	(ก) รูปด้านหน้าของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ (ข) รูปด้านข้างของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ (ค) รูปด้านหลังของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์	25
3.10	รูปหลอดฮีทเตอร์อินฟราเรดพร้อมโคม	26
3.11	รูปบริเวณที่ติดตั้งหลอดฮีทเตอร์อินฟราเรด	26
3.12	รูปแบบขั้นตอนการทำงานของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบไฮบริด	27
3.13	รูปวงจรไฟฟ้าของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบไฮบริด	28
3.14	การนำกล้วยน้ำว้าไปหั่นเป็นแว่นๆ	28
3.15	การชั่งน้ำกล้วยน้ำว้าที่หั่นเป็นแว่นโดยเครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 4 ตำแหน่ง	29
3.16	การนำกล้วยน้ำว้าเข้าเครื่องอบลมร้อน	30

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.1	กราฟแสดงความเปรียบเทียบอุณหภูมิภายใน-ภายนอก เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์	31
4.2	กราฟแสดงความเปรียบเทียบอุณหภูมิภายใน-ภายนอก เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ของการทดลองในเวลากลางวัน	32
4.3	กราฟแสดงความเปรียบเทียบอุณหภูมิภายใน-ภายนอก เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ของการทดลองในเวลากลางคืน	33
4.4	กราฟแสดงความเปรียบเทียบอุณหภูมิภายใน-ภายนอก เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ของการทดลองในเวลากลางวัน-กลางคืน	34
4.5	กราฟแสดงความเปรียบเทียบอุณหภูมิภายใน-ภายนอก เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ของการทดลองในเวลากลางวัน โดยใช้หลอดฮีทเตอร์อินฟราเรดเป็นแหล่งความร้อนร่วม	35
4.6	กราฟแสดงความเปรียบเทียบอุณหภูมิภายใน เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ของทุกการทดลอง	36
4.7	กราฟแสดงค่าความชื้นฐานแห้งเฉลี่ยของการทดลองตอนกลางวัน	37
4.8	กราฟแสดงค่าความชื้นฐานแห้งเฉลี่ยของการทดลองตอนกลางคืน	38
4.9	กราฟแสดงค่าความชื้นฐานแห้งเฉลี่ยของการทดลองตอนกลางวัน-กลางคืน	39
4.10	กราฟแสดงค่าความชื้นฐานแห้งเฉลี่ยของการทดลองตอนกลางวันโดยใช้ หลอดฮีทเตอร์อินฟราเรดเป็นแหล่งความร้อนร่วม	40
4.11	กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าความชื้นฐานแห้งเฉลี่ย ของการทดลองอบกล้วยน้ำว้าทั้ง 4 วิธี	41
4.12	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนความชื้นกับเวลา ในการอบกล้วยทั้ง 4 รูปแบบ	42

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและที่มาของปัญหา

ในปัจจุบันประเทศไทยมีปัญหาด้านพลังงานที่อยู่ในภาวะขาดแคลนมากขึ้น โดยเฉพาะพลังงานเชื้อเพลิง ที่ประเทศไทยต้องนำเข้าพลังงานเชื้อเพลิงที่สูงขึ้นทำให้ต้องมองหาพลังงานทดแทนมาใช้ ซึ่งพลังงานแสงอาทิตย์ก็ถือว่าเป็นแหล่งพลังงานทดแทนและเป็นแหล่งความร้อนขนาดใหญ่ของโลก ในปัจจุบันได้มีการใช้งานประโยชน์ของพลังงานแสงอาทิตย์มากมายหลายรูปแบบ ทั้งทางตรงและทางอ้อมหรือใช้ร่วมกับพลังงานทดแทนชนิดอื่น และในประเทศไทยส่วนใหญ่จะประกอบอาชีพเกษตรกรรม ทำให้มีผลผลิตตลอดทั้งปี ซึ่งบางครั้งผลผลิตจะมากเกินความต้องการของตลาดซึ่งส่งผลให้สินค้ามีราคาตกต่ำ ดังนั้นเพื่อเพิ่มมูลค่าของสินค้าของผลผลิตรวมทั้งยังสามารถเก็บรักษาสินค้าได้ยาวนานจึงได้มีการนำผลผลิตมาอบแห้งเพิ่มเพิ่มมูลค่าของสินค้านั้น ๆ

ปัจจุบันสินค้าทางการเกษตรจากเกษตรกรเช่น กล้วย มีปัญหาเนื่องจากมีสินค้าเกินความต้องการของตลาด ทำให้ผลผลิตเสื่อมสภาพและเน่าเสียตามกาลเวลา จึงได้ศึกษาหางานวิจัยที่เกี่ยวกับการเก็บผลผลิตทางการเกษตร ซึ่งการอบแห้งถือได้ว่าเป็นวิธีการเก็บรักษาผลผลิตที่คนไทยใช้กันมาอย่างยาวนาน และตรงกับความต้องการของผู้บริโภคที่ เน้นความสะดวกสบาย แต่การอบแห้งโดยทั่วไปใช้วิธีการตากแดดซึ่งจะมีปัญหาอยู่ที่ระยะเวลาในการตากแดดที่นานประมาณ 4-5 วัน ตามแต่สภาพอากาศ หรือบางครั้งที่สภาพอากาศไม่เอื้ออำนวยเช่น ฝนตกชุกชุม แดดอ่อน จะทำให้ระยะเวลาในการอบแห้งนานยิ่งขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ศึกษาความเป็นไปได้ในการลดระยะเวลาการอบแห้งของผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรเพื่อให้สามารถอบแห้งผลผลิตทางการเกษตรได้ตลอดทั้งวันหรือในตอนที่ไม่มีแดดและฝนตก

ผู้วิจัยจึงได้มีแนวคิดในการนำหลอดฮีทเตอร์อินฟราเรดมาใช้ร่วมกับเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผงรับรังสีรวมอยู่ภายในเครื่อง เพื่อศึกษาว่าผลผลิตทางการเกษตรมีความเป็นไปได้ในการอบแห้งตลอดเวลาทั้งกลางวันและกลางคืน เพื่อลดระยะเวลาในการอบแห้งได้ดีกว่าเครื่องอบ

แห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบปกติโดยที่ใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ที่สะสมพลังงานจากพลังงานแสงอาทิตย์ในช่วงเวลากลางวันมาใช้ในช่วงเวลากลางคืนหรือสามารถใช้ร่วมกับพลังงานไฟฟ้าในครัวเรือนได้

1.2 วัตถุประสงค์โครงการ

1.2.1 เพื่อพัฒนาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบใช้ความร้อนร่วมกับรังสีอินฟราเรด

1.2.2 เพื่อลดระยะเวลาการอบแห้งกล้วยน้ำว้าเมื่อเทียบกับกับการใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์เพียงอย่างเดียว

1.3 ขอบเขตของโครงการ

1.3.1 สร้างเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดความกว้าง 69 cm. สูง 105 cm. ยาว 78 cm.

1.3.2 ใช้หลอดฮีทเตอร์อินฟราเรดขนาด 500 วัตต์ เป็นแหล่งความร้อนร่วม

1.3.3 ใช้กล้วยน้ำว้าเป็นวัสดุทดสอบสมรรถนะของเครื่องอบแห้ง โดยกล้วยน้ำว้ามีค่าความชื้นเฉลี่ยเริ่มต้น 166.981 % d.b.

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 สามารถใช้เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ได้ตลอดทั้งกลางวันและกลางคืน

1.4.2 สามารถลดระยะเวลาการอบแห้งกล้วยน้ำว้าได้ราวครึ่งหนึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบปกติ

1.5 ระยะเวลาการดำเนินงาน

กิจกรรม	เดือน											
	พ.ศ.2562			พ.ศ.2563								
	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.
1. ศึกษาและหาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง												
2. ทบทวนวรรณกรรมและวางแผนการทำโครงงาน												
3. ออกแบบขั้นตอนการเตรียมโครงงาน												
4. ปรึกษาอาจารย์เกี่ยวกับโครงงาน												
5. ออกแบบและเขียนแบบเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์												
6. เตรียมวัสดุ-อุปกรณ์สำหรับทำเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์												
7. สร้างเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์												
8. เก็บข้อมูลของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการใช้งานเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์												
9. สรุปผลจากการเก็บข้อมูลเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์												
10. เผยแพร่ข้อมูลงานวิจัย												

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 บทนำ

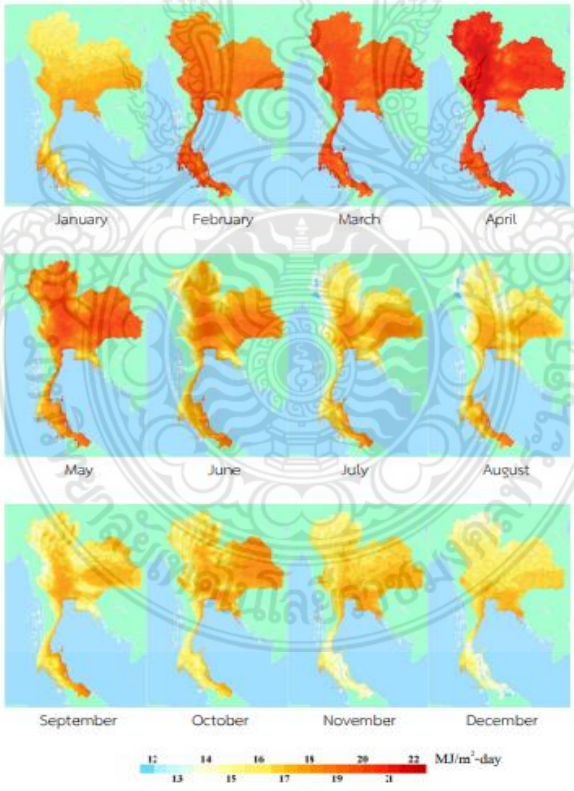
ในบทนี้จะกล่าวถึงศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทยตลอดทั้งปี ทฤษฎีการอบแห้ง สมการที่ใช้ในการทดลอง และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ทั้งบทความรวมถึงรูปแบบต่าง ๆ ของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ค่าความชื้นของการอบแห้งผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เพื่อนำมาศึกษาวิเคราะห์และเปรียบเทียบข้อมูลจากการทดลอง

2.2 ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย

โดยทั่วไปศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของพื้นที่แห่งหนึ่งจะสูงหรือต่ำขึ้นกับปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกระทบพื้นที่นั้นโดยบริเวณที่ได้รับรังสีดวงอาทิตย์มากก็จะมีศักยภาพในการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้สูง

ในกรณีของประเทศไทยศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ในบริเวณต่าง ๆ โดยเฉลี่ยทั้งปีสามารถแสดงได้ด้วยแผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์เฉลี่ยทั้งปีดังภาพประกอบ 1จากรูปจะเห็นว่าการกระจายของความเข้มรังสีอาทิตย์ของทุกภาคทั่วประเทศไทยมีลักษณะคล้ายคลึงกัน กล่าวคือค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ส่วนใหญ่กระจายอยู่ในช่วง 17-20 เมกกะจูล/ตารางเมตร-วัน โดย บริเวณภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศมีพื้นที่ซึ่งมีค่าความเข้มรังสีอาทิตย์สูงอยู่ในช่วง 20-22 เมกกะจูล/ตารางเมตร-วัน ปรากฏอยู่เป็นบริเวณกว้างครอบคลุมพื้นที่จังหวัดสิงห์บุรี ลพบุรี อ่างทอง สุรินทร์ อุบลราชธานี ศรีสะเกษ บุรีรัมย์ ร้อยเอ็ด และบริเวณใกล้เคียง จากการคำนวณค่าความเข้มรังสีอาทิตย์เฉลี่ย ตลอดทั้งปีของประเทศไทยพบว่ามีค่าเท่ากับ 17.6 เมกกะจูล/ตารางเมตร-วัน

รูปที่ 2.1 แผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์เฉลี่ยตลอดปี (การกระจายของรังสีอาทิตย์รายวันเฉลี่ยต่อปี) ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. [1]



รูปที่ 2.2 แผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของเดือนต่าง ๆ

ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. [1]

จากรูปแผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของเดือนต่าง ๆ จะเห็นว่าความเข้มรังสีอาทิตย์ในประเทศไทยมการเปลี่ยนแปลงตามพื้นที่และเวลาในรอบปีซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1) การกระจายความเข้มรังสีอาทิตย์ของเดือนมกราคมบริเวณตอนเหนือของประเทศจะมีค่าโดย เฉลี่ยต่ำกว่าภาคอื่น ๆ ถึงแม้ว่าเดือนมกราคมเป็นช่วงฤดูหนาว สภาพท้องฟ้าโดยทั่วไปมีเมฆน้อย แต่ความ เข้มรังสีอาทิตย์มิได้ขึ้นกับสภาพท้องฟ้าเพียงอย่างเดียว หากยังขึ้นอยู่กับมุมตกกระทบ ของรังสีอาทิตย์บน พื้นผิวโลก มุมดังกล่าวจะขึ้นกับละติจูดของตำแหน่งบนพื้นโลกและตำแหน่งของดวงอาทิตย์ โดยมีค่ารังสี รวมรายวันเฉลี่ยต่อเดือนในช่วง 15-18 เมกกะจูล/ตารางเมตร-วัน แผ่เป็นบริเวณกว้างจนถึงภาคกลางตอนบน สำหรับ ภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือจะมีค่าความเข้มรังสีอาทิตย์สูงกว่าภาคอื่น ๆ โดยส่วนใหญ่มีค่าอยู่ ในช่วง 18-19 เมกกะจูล/ตารางเมตร-วัน แผ่เป็นบริเวณกว้าง สำหรับภาคใต้ตอนบนและบริเวณชายฝั่งด้านตะวันออกจะ มีการกระจายของค่าความเข้มรังสีอาทิตย์อยู่ในช่วง 16 -18 เมกกะจูล/ตารางเมตร-วัน ทั้งนี้เนื่องจากด้านตะวันออกได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ท้องฟ้ามีเมฆปกคลุมมากกว่าด้านตะวันตก สำหรับภาคใต้ตอนล่างฝั่งตะวันตกจะมีบางพื้นที่ เช่น บริเวณภูเก็ต พังงา และกระบี่ มีความเข้มรังสีอาทิตย์ช่วง 18-20 เมกกะจูล/ตารางเมตร-วัน

2) การกระจายความเข้มรังสีอาทิตย์ของเดือนกุมภาพันธ์จะมีค่าเพิ่มขึ้นจากเดือนมกราคม โดย ทางตอนเหนือสุดของประเทศมีค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ประมาณ 17-19 เมกกะจูล/ตารางเมตร-วัน ส่วนบริเวณทาง ตอนกลางของประเทศ ความเข้มรังสีดวงอาทิตสูงขึ้นโดยจะอยู่ในช่วง 20-22 เมกกะจูล/ตารางเมตร-วัน บริเวณทางตอน ใต้ของประเทศและภาคตะวันตกตอนใต้ซึ่งติดกับชายฝั่งมีค่าความเข้มรังสีอาทิตย์รายวันเฉลี่ยต่อเดือนอยู่ ในช่วง 19-21 เมกกะจูล/ตารางเมตร-วัน เนื่องจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมีอิทธิพลน้อยลง ท้องฟ้ามีเมฆมากขึ้น

3) การกระจายความเข้มรังสีอาทิตย์ของเดือนมีนาคม ดวงอาทิตย์จะอยู่บริเวณเส้นศูนย์สูตร ท้องฟ้า และเป็นช่วงฤดูร้อน พื้นที่โดยทั่วไปจึงได้รับรังสีอาทิตย์เพิ่มขึ้น โดยทางตอนใต้และตะวันตกของ ประเทศมีค่าความเข้มรังสีอาทิตย์สูงอยู่ในช่วง 20-22 เมกกะจูล/ตารางเมตร-วัน ส่วนภาคกลางและภาค ตะวันออกเฉียงเหนือมีการกระจายความเข้มรังสีอาทิตย์เป็นแถบกว้างซึ่งมีความเข้มอยู่ในช่วง 20-23 เมกกะจูล/ตารางเมตร-วัน กระจายอยู่ทั่วบริเวณ และภาคเหนือมีความเข้มรังสีอาทิตย์แปรค่าอยู่ในช่วง 18-22 เมกกะจูล/ตารางเมตร-วัน

4) การกระจายของความเข้มรังสีอาทิตย์ของเดือนเมษายน มุมตกกระทบของรังสีอาทิตย์ตอน เที่ยงวันจะตั้งฉากหรือเกือบตั้งฉากกับพื้นผิวโลกทั่วทั้งประเทศ เนื่องจากช่วงดังกล่าวอยู่ในช่วงฤดูแล้งจะมี เมฆน้อย ท้องฟ้าค่อนข้างแจ่มใส ทำให้ความเข้มรังสีอาทิตย์สูงทั่วทั้งประเทศ โดยกระจายอยู่ในช่วง 18-23 เมกกะจูล/ตารางเมตร-วัน โดยเฉพาะทางภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศ รังสีอาทิตย์มีความเข้มสูง กระจายอยู่ระหว่าง 20-23 เมกกะจูล/ตารางเมตร-วัน เนื่องจากเป็นบริเวณใกล้เส้นศูนย์สูตรมากกว่าทางตอนเหนือของ ประเทศบริเวณภาคเหนือยังคงมีความเข้มรังสีอาทิตย์สูงประมาณ 19-22 เมกกะจูล/ตารางเมตร-วัน ในขณะที่ภาค ตะวันออกจะมีค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ต่ำประมาณ 17-20 เมกกะจูล/ตารางเมตร-วัน

5) การกระจายของความเข้มรังสีอาทิตย์ของเดือนพฤษภาคม ในเดือนพฤษภาคมทั่วทั้งประเทศ เริ่มได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ส่งผลให้ท้องฟ้ามีเมฆปกคลุมมากและบางวันมีฝนตกทำให้ บริเวณทั่วทั้งประเทศมีความเข้มรังสีอาทิตย์ลดลงจากเดือนเมษายนโดยพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศมีความ เข้มรังสีอาทิตย์กระจายอยู่ในช่วง 16-21 เมกกะจูล/ตารางเมตร-วัน ตลอดแนวเทือกเขาของภาคตะวันตกค่าความเข้มรังสี อาทิตย์ลดลงอยู่โดยจะในช่วง 15-19 เมกกะจูล/ตารางเมตร-วัน ส่วนภาคใต้ฝั่งตะวันตกของประเทศมีค่าลดลงอยู่ในช่วง 15-18 เมกกะจูล/ตารางเมตร-วัน เนื่องจากได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ค่อนข้างมากแต่ภาคใต้ฝั่ง ตะวันออกยังคงมีค่าความเข้มรังสีอาทิตย์อยู่ในช่วง 18-20 เมกกะจูล/ตารางเมตร-วัน เพราะได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้น้อย สำหรับภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือยังคงได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ค่อนข้างน้อย ทำให้ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์มีค่าสูงประมาณ 20-22 เมกกะจูล/ตารางเมตร-วัน

6) การกระจายของความเข้มรังสีอาทิตย์ของเดือนมิถุนายน อิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียง ใต้มีผลต่อความเข้มรังสีอาทิตย์ในบริเวณต่าง ๆ ของประเทศสูงขึ้น ท้องฟ้ามีเมฆปกคลุมและมีฝนตกมาก ทำให้ทั่วทั้งประเทศได้รับรังสีอาทิตย์ลดลงจากเดือนพฤษภาคม โดยค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ทั่วประเทศกระจาย อยู่ในช่วง 15-21 เมกกะจูล/ตารางเมตร-วัน สำหรับบริเวณเงาฝนในเขตภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศในจังหวัดสิงห์บุรี ร้อยเอ็ด มหาสารคาม สุรินทร์ บุรีรัมย์ ศรีสะเกษและจังหวัดใกล้เคียงยังมีค่าความเข้มสูงอยู่ในช่วง 20-22 เมกกะจูล/ตารางเมตร-วัน

7) การกระจายของความเข้มรังสีอาทิตย์ของเดือนกรกฎาคม โดยในเดือนนี้พื้นที่ทั่วประเทศได้รับ อิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ทำให้มีเมฆและฝนกระจายอยู่ทั่วประเทศซึ่งเป็นผลทำให้ค่ารังสีอาทิตย์ลดลง กล่าวคือมีค่าส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 14-20 เมกกะจูล/ตารางเมตร-วัน โดยเฉพาะทางภาคเหนือตอนบน ภาคตะวันตก ของประเทศซึ่งติดกับเทือกเขาตะนาวศรีและภาคใต้ฝั่งตะวันตกมีค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ต่ำประมาณ 14- 17 เมกกะจูล/ตารางเมตร-วัน โดยบริเวณความเข้มสูง 18-20 เมกกะจูล/ตารางเมตร-วัน จะปรากฏเป็นหย่อมในภาค ตะวันออกเฉียงเหนือ

8) การกระจายของความเข้มรังสีอาทิตย์ของเดือนสิงหาคม พื้นที่ทั่วประเทศยังคงอยู่ในอิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ลักษณะการกระจายความเข้มรังสีอาทิตย์ทั่วประเทศมีค่าลดลงจากเดือนกรกฎาคม โดยการกระจายของความเข้มรังสีอาทิตย์ทั่วทั้งประเทศอยู่ในช่วง 13-19 เมกกะจูล/ตารางเมตร-วัน แต่บริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศยังคงมีความเข้มรังสีอาทิตย์สูงคือมีค่าอยู่ในช่วง 18-20 เมกกะจูล/ตารางเมตร-วัน ส่วนทางภาคตะวันตกที่ติดกับเทือกเขาและภาคใต้ฝั่งภาคตะวันตกของประเทศได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมทำ ให้มีค่าต่ำสุดในรอบปีมีค่าประมาณ 13-16 เมกกะจูล/ตารางเมตร-วัน

9) การกระจายของความเข้มรังสีอาทิตย์ของเดือนกันยายน ถึงแม้ว่าดวงอาทิตย์จะเคลื่อนตัวมาอยู่ที่ศูนย์สูตรท้องฟ้า แต่พื้นที่ทั่วประเทศยังถูกปกคลุมด้วยเมฆ อันเนื่องมาจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ทำให้พื้นที่ทุกภาคของประเทศยังคงมีค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ค่อนข้างต่ำ กล่าวคือส่วนใหญ่มีค่ากระจายอยู่ ในช่วง 14-19 เมกกะจูล/ตารางเมตร-วัน มีเพียงบริเวณพื้นที่เล็ก ๆ ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือในจังหวัดร้อยเอ็ด มหาสารคามและกาฬสินธุ์ ซึ่งเป็นบริเวณเงาฝนที่แห้งแล้งมีค่าความเข้มรังสีอาทิตย์สูงอยู่ในช่วง 19-21 เมกกะจูล/ตารางเมตร-วัน

10) การกระจายของความเข้มรังสีอาทิตย์ของเดือนตุลาคม โดยทั่วไปในช่วงเดือนตุลาคมประเทศไทยจะเริ่มได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ทำให้ปริมาณฝนลดลงและท้องฟ้าแจ่มใส แต่เป็นช่วงเวลาเดียวกับที่ดวงอาทิตย์เคลื่อนที่ไปอยู่ทางใต้ของเส้นศูนย์สูตรท้องฟ้าทำให้รังสีอาทิตย์ที่ตกกระทบมี ค่าลดลงจากเดือนกันยายน แต่ด้วยสภาพท้องฟ้าที่แจ่มใสจึงทำให้การกระจายรังสีอาทิตย์ของภาคและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศมีค่าความเข้มรังสีอาทิตย์อยู่ในช่วง 17-19 เมกกะจูล/ตารางเมตร-วัน ส่วนบริเวณอื่นๆของประเทศยังคงมีความเข้มรังสีอาทิตย์รายวันเฉลี่ย

ต่อเดือนไม่ต่างกับเดือนกันยายน ยกเว้นทางภาคเหนือตอนบนและภาคใต้ของประเทศที่มีความเข้มรังสีอาทิตย์รายวันเฉลี่ยต่อเดือนลดลงเป็น 14-17 เมกกะจูล/ตารางเมตร-วัน

11) การกระจายของความเข้มรังสีอาทิตย์ของเดือนพฤศจิกายน พื้นที่ทั่วประเทศได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณภาคใต้ฝั่งตะวันออกจะได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือค่อนข้างมาก ทำให้ท้องฟ้ามีเมฆปกคลุมมาก ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์จึงมีค่าน้อยกว่าภาคใต้ฝั่งตะวันออก ส่วนภาคเหนือก็ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือท้องฟ้าจะมีสภาพของฟ้าหลัว ซึ่งทำให้ความเข้มรังสีอาทิตย์ที่ได้รับมีค่าน้อยอยู่ในช่วง 13-17 เมกกะจูล/ตารางเมตร-วัน สำหรับภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีการกระจายความเข้มข้นรังสีอาทิตย์คล้ายคลึงกัน คือมีค่าอยู่ในช่วง 18-19 เมกกะจูล/ตารางเมตร-วัน

12) การกระจายของความเข้มรังสีอาทิตย์ของเดือนธันวาคม ในเดือนนี้ดวงอาทิตย์เคลื่อนตัวไปอยู่ทางตอนใต้ของเส้นศูนย์สูตรท้องฟ้ามากที่สุด ทำให้รังสีอาทิตย์นอกบรรยากาศโลกบนพื้นราบมีค่าต่ำสุด ถึงแม้ว่าท้องฟ้าจะมีสภาพแจ่มใสแต่รังสีอาทิตย์ที่ตกกระทบพื้นผิวโลกบริเวณประเทศไทยยังคงมีค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ลดลงจากเดือนพฤศจิกายน โดยเป็นผลมาจากตำแหน่งดวงอาทิตย์กล่าวคือทางตอนใต้ รังสีอาทิตย์กระจายอยู่ในช่วง 12-16 เมกกะจูล/ตารางเมตร-วัน ส่วนบริเวณอื่นของประเทศค่าความเข้มรังสีอาทิตย์อยู่ในช่วง 17-19 เมกกะจูล/ตารางเมตร-วัน โดยทางภาคเหนือตอนบนของประเทศค่าความเข้มรังสีอาทิตย์มีค่าลดลงอยู่ในช่วง 13- 16 เมกกะจูล/ตารางเมตร-วัน

2.3 ทฤษฎีการอบแห้ง

[2] การอบแห้ง คือ กระบวนการลดความชื้น โดย ส่วนใหญ่ใช้การถ่ายเทความร้อนไปยังวัสดุที่ชื้น เพื่อไล่ความชื้นออกโดยการระเหย โดยอาศัยความร้อนที่ได้รับเป็นความร้อนแฝงของการระเหย โดยปกติจะ ใช้ความชื้นเป็นตัวบ่งบอกปริมาณของน้ำที่อยู่ในวัสดุ ซึ่งสามารถแสดงได้เป็น 2 แบบ คือ

1. ความชื้นฐานเปียก (Wet basis) คือ อัตราส่วนน้ำหนักของน้ำในผลิตภัณฑ์ต่อน้ำหนักผลิตภัณฑ์ชื้น โดยมีสมการดังนี้ $M_w\ (\%) = [(\mathrm{w} - \mathrm{d})/\mathrm{w}] \times 100$ (2.4)

2 ความชื้นฐานแห้ง (Dry basis) คือ อัตราส่วนน้ำหนักของน้ำในผลิตภัณฑ์ต่อน้ำหนักผลิตภัณฑ์แห้ง โดยมีสมการดังนี้ $M_d\ (\%) = [(\mathrm{w} - \mathrm{d})/\mathrm{d}] \times 100$ (2.5)

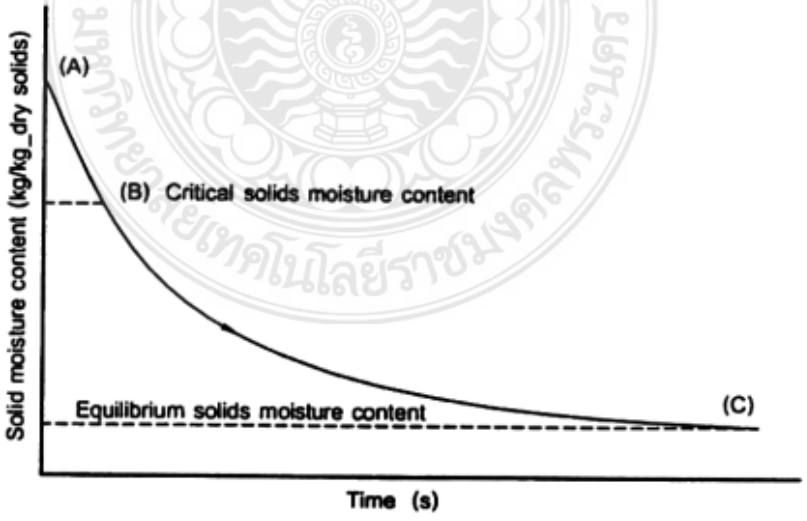
โดยที่ M_w คือ ความชื้นฐานเปียก (% w.b.)

M_d คือ ความชื้นฐานแห้ง (% w.d.)

w คือ น้ำหนักเริ่มต้นของผลิตภัณฑ์

d คือ น้ำหนักผลิตภัณฑ์แห้ง

โดยทั่วไปการอบแห้งวัสดุสามารถแบ่งออกเป็น 2 ช่วงคือ ช่วงอัตราการอบแห้งคงที่ ซึ่งปริมาณความชื้นภายในวัสดุมีค่าสูงกว่าความชื้นวิกฤติที่ผิวของวัสดุมีน้ำอยู่จำนวนมาก เมื่อความร้อนจากอากาศถ่ายเทไปยังวัสดุ การถ่ายเทความร้อนและมวลจะเกิดขึ้นเฉพาะที่ผิวของวัสดุ ช่วงนี้อุณหภูมิผิวของวัสดุอบแห้งและอัตราการอบแห้งจะมีค่าคงที่ และช่วงอัตราการอบแห้งลดลง ซึ่งปริมาณความชื้นภายในวัสดุมีค่าต่ำกว่าความชื้นวิกฤติ เมื่อความร้อนจากอากาศถ่ายเทไปยังวัสดุ น้ำจะเคลื่อนที่จากภายในเนื้อวัสดุมาที่ผิวของวัสดุในลักษณะของเหลวหรือไอน้ำและน้ำที่ผิวจึงจะระเหยไปกับอากาศ



รูปที่ 2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นของแข็งและเวลาในการอบแห้ง [3]

2.4 อัตราส่วนความชื้น (Moisture ratio , MR)

[4] คือค่าที่บ่งบอกถึงอัตราการเปลี่ยนแปลงมวลน้ำในวัสดุเทียบกับความชื้นเริ่มต้นเมื่อเวลาการอบแห้งดำเนินไปที่เวลาใด ๆ เขียนเป็นสมการได้ ดังนี้

$$MR = \frac{M_t - M_{eq}}{M_0 - M_{eq}} \quad (2.6)$$

โดยถือว่า ค่าความชื้นสมดุลมีค่าน้อยมากเทียบกับค่าความชื้นเริ่มต้น ($M_{eq} \ll M_o$) และความชื้นที่เวลาใด ๆ ($M_{eq} \ll M_t$) จึงละค่าความชื้น สมดุลในสมการ (2.6) ข้างต้น ทำให้สามารถเขียน สมการ (2.6) ได้ใหม่ ดังนี้

$$MR = \frac{M_t}{M_0} \quad (2.7)$$

โดยที่ **MR** = อัตราส่วนความชื้น (Decimal)

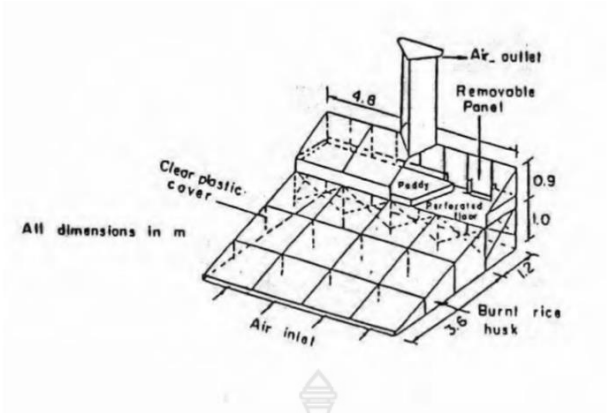
M_0 = ความชื้นเริ่มต้นของวัสดุ (% d.b.)

M_t = ความชื้นของวัสดุเวลาใด ๆ (% d.b.)

M_{eq} = ความชื้นสมดุลของวัสดุ (% d.b.)

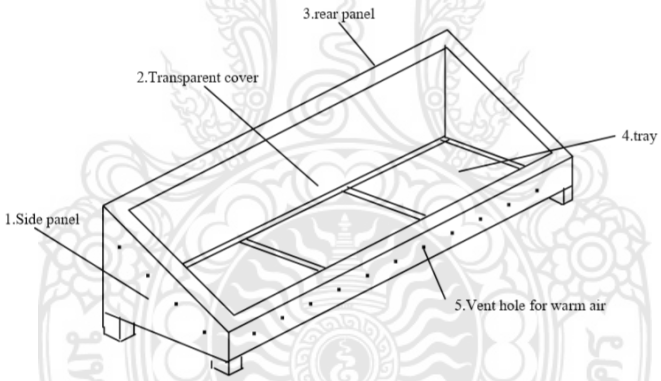
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Exell และ Kornsakoo. (1976) ได้พัฒนาเครื่องอบแห้งที่มีโครงสร้างเป็นแบบไม้ไผ่ ประกอบด้วยส่วนที่เป็นส่วนผลิตอากาศร้อนทำด้วยพลาสติก และส่วนที่เก็บข้าวเปลือก ทำด้วยไม้ไผ่ยกพื้นให้อากาศร้อนไหลผ่านจากด้านล่าง เกิดการพาความร้อนโดยธรรมชาติ (natural convection) สามารถอบข้าวเปลือกได้ครั้งละ 1 ตัน ใช้เวลาประมาณ 1 วัน ในวันที่แสงแดดดี และ 2-3 วันในช่วงฤดูฝน ลักษณะของเครื่องแสดงไว้ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 แสดงเครื่องอบแห้งที่พัฒนาขึ้นโดย Exell และ Kornsakoo. [5]

Wibulswas และคณะ (1977) ได้พัฒนาเครื่องอบแห้งที่มีลักษณะเป็นตู้ โดยมีพื้นที่รับแสง 0.23 ตารางเมตร ปิดด้วยกระจกใสทำมุมเอียง 18 องศากับแนวระดับ จากการทดลองอบผ้าชุบน้ำ พบว่ามีอัตราการแห้งประมาณ 4.2 กิโลกรัม/ตารางเมตร-วัน ลักษณะของเครื่องอบแห้งดังกล่าวแสดงไว้ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 เครื่องอบแห้งที่พัฒนาโดย Wibulswas และคณะ [6]

วัฒนพงษ์ รักษ์วิเชียร, เจตน์ เม่นคำ, บรรจบ สุดประเสริฐ และ สุดฤดี สุขใจ (2529) [7] ได้ทำการศึกษาคุณภาพกล้วยตากที่ได้จาก ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดใหญ่ ในงานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาการนำเอาแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์ในด้านการอบแห้ง โดยการทำการทดลองเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ระหว่างการใช้ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดใหญ่แบบมีแผงรับรังสีกับการตากกลางแจ้ง เพื่อที่จะสามารถนำผลวิจัยไปใช้ในการนำตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดใหญ่มาใช้ตากผลิตภัณฑ์ในเชิงอุตสาหกรรมต่อไป จากการวิจัยโดยใช้กล้วยน้ำว้าเป็นผลิตภัณฑ์ พบว่าภายในตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ซึ่งการไหลของอากาศเป็นแบบพาความร้อนโดยธรรมชาติ จะมีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ

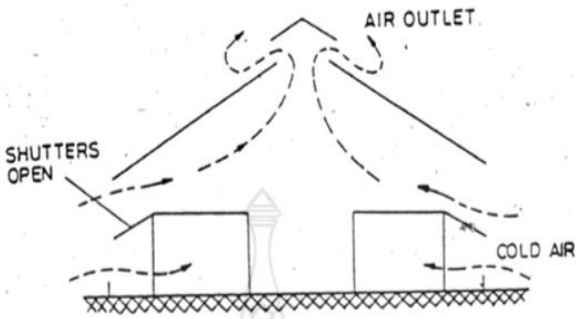
27-55 องศาเซลเซียส ในขณะที่อุณหภูมิภายนอกมีค่าเฉลี่ยประมาณ 25-40 องศาเซลเซียสค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในตู้อบในระยะเริ่มแรกของการตากจะมีค่าสูงกว่าภายนอกตู้อบและจะมีค่าลดลงน้อยกว่าภายนอกในวันสุดท้ายของการตาก อัตราการแห้งภายในตู้มีค่าเฉลี่ย 17.70 % ในตู้ที่1 และ 17.42 % ในตู้ที่ 2 ภายนอกตู้มีอัตราการแห้งเฉลี่ย 12.95 % การตากกล้วยด้วยพลังงานแสงอาทิตย์นี้จะใช้เวลาในการตากเพียง 4 วัน แต่การตากกล้วยกลางแจ้งจะใช้เวลา 5-6 วัน ลักษณะของกล้วยตากที่ได้จากตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ จะมีสีเหลือง ผิวเป็นมันวาว มีความหวานมากกว่า และมีความสะอาดมากกว่ากล้วยที่ตากนอกตู้อบ

วัฒนพงษ์ รักษ์วิเชียร และคณะ. (2544) [8] เมื่อพิจารณาสถานภาพของประเทศไทยพบว่าประเทศไทยเป็นประเทศที่มีศักยภาพของพลังงานแสงอาทิตย์สูง เนื่องจากตั้งอยู่ในบริเวณเส้นศูนย์สูตรจึงมีแสงอาทิตย์ตลอดทั้งปี ที่ค่าความเข้มแสงอาทิตย์เฉลี่ยประมาณ 17 เมกกะจูล/ตารางเมตร-วัน

สินศุภา จุ้ยจุลเจิม. (2545) [9] เป็นการพัฒนาต้นแบบตู้อบแห้งลมร้อนโดยใช้แสงอาทิตย์เพื่อลดปัญหาดังกล่าว ตู้อบแห้งนี้ประกอบด้วย ตัวตู้ที่มีตะแกรงตากผลไม้ 5 ชั้น มีแผงรับรังสีความร้อนติดกับตัวตู้ และมีแผงผลิตกระแสไฟฟ้าตรงด้วยแสงอาทิตย์ (แผงโซล่าเซลล์) ในตู้จะมีพัดลมทำหน้าที่หมุนเวียนอากาศร้อน โดยพัดลมนี้จะใช้ไฟฟ้ากระแสตรงที่ผลิตได้จากโซล่าเซลล์เป็นแรงขับเคลื่อน อุณหภูมิภายในตู้อบจะอยู่ในช่วง 40-55 องศาเซลเซียสซึ่งสูงกว่าอุณหภูมิห้อง ลมร้อนที่หมุนเวียนในตู้จะมีความเร็วลมประมาน 1 เมตรต่อวินาที ซึ่งจะช่วยเพิ่มอัตราการอบแห้ง ผลไม้ที่ใช้เป็นตัวอย่างในการทดลองคือมะดันดองในน้ำเกลือ (ตัวอย่างจากกลุ่มแม่บ้านตำบลสาริกา) ซึ่งปกติจะใช้เวลาในการตากประมาณ 3 วัน แต่เมื่อนำมะดันไปอบแห้ง ในตู้อบลมร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ พบว่าความชื้นในมะดันลดลงจากความชื้นเริ่มต้น 85% เหลือความชื้น 20% ภายในระยะเวลา 36 ชั่วโมง อัตราอบแห้งโดยใช้ตู้อบนี้จะสูงกว่าอัตราการอบแห้งโดยวิธีเดิม ระยะเวลาที่อบแห้งลดลงเหลือประมาณ 60% นอกจากนี้การใช้ตะแกรง 5 ชั้นซ้อนกันจะช่วยลดพื้นที่ที่ใช้ในการตากลงได้มากกว่า 50%

ศิรินุช จินดารักษ์. (2546) [10] การอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ถ้าแบ่งตามลักษณะการไหลเวียนของอากาศภายใน แบ่งออกเป็นชนิดการพาความร้อนแบบธรรมชาติ (natural or freeconvection) ซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากความแตกต่างของระดับที่จุดเข้าและจุดออกของเครื่องอบแห้ง และความแตกต่างของความหนาแน่นของอากาศภายในและภายนอก

เครื่องอบแห้ง เครื่องอบแห้งชนิดนี้เหมาะกับงานขนาดเล็กในไร่นาหรืออุตสาหกรรมขนาดเล็ก เนื่องจากมีราคาถูกและสร้างได้ง่าย ดังแสดงในรูปที่ 2.6

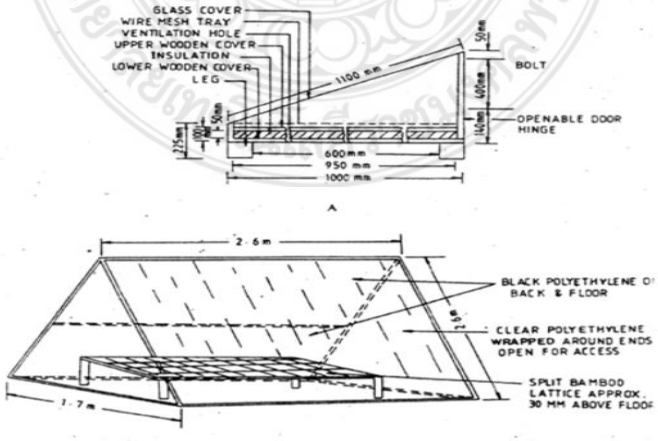


รูปที่ 2.6 ลักษณะหารไหลของอากาศภายในเครื่องอบแห้งชนิดพาความร้อนแบบธรรมชาติ

ที่มา โดยศิรินุช จินตารักษ์. [10]

ส่วนอีกชนิดหนึ่งคือการพาความร้อนแบบบังคับ(forced convection) ซึ่งใช้พัดลมเป็นตัวสร้างความดัน ทำให้มีความแตกต่างของความดันมากพอที่จะทำให้อากาศร้อนปริมาณพอเหมาะไหลผ่านชั้นของวัสดุที่นำมาอบแห้ง เครื่องอบชนิดนี้เหมาะกับงานทั้งขนาดเล็กและใหญ่ ต้องลงทุนมากขึ้น สร้างยากขึ้น แต่สามารถออกแบบให้การทำงานของระบบมีประสิทธิภาพและความเชื่อถือสูง

เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผงรับรังสีรวมอยู่ภายในเครื่อง แผงรับรังสีจะเป็นวัตถุทาสีดำ อยู่ใต้ถาดบรรจุผลิตภัณฑ์อบแห้ง แสดงดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเต็นท์ ที่มา โดยศิรินุช จินตารักษ์. [10]

รูปที่ 2.7 เป็นเครื่องอบแบบเต็นท์แบบง่าย ๆ ที่มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อลดการปนเปื้อนของฝุ่นละอองและแมลง สามารถทำใช้ได้เองราคาไม่แพงมีประสิทธิภาพไม่สูงมากนัก ระยะเวลาในการอบแห้งอาจลดลงเพียงเล็กน้อยหรือไม่ลดลงเลย องค์ประกอบหลักของเครื่องอบแห้งแบบนี้คือ

- แผ่นปิดใส ทำหน้าที่ป้องกันการสูญเสียจากลม และยังป้องกันฝุ่นละออง
- ชั้นวางผลิตภัณฑ์ ทำหน้าที่ในการวางผลิตภัณฑ์ที่ทำการอบแห้ง
- ช่องระบายอากาศ ทำหน้าที่ช่วยระบายความชื้นออกจากห้องอบแห้ง ถ้ามีขนาดเล็กเกินไปภายในเครื่องอบแห้งก็จะมีหยดน้ำเกาะอยู่ที่แผ่นปิด ถ้าใหญ่เกินไปทำให้การระบายอากาศเร็วเกินไปอุณหภูมิภายในเครื่องจะต่ำ การพาความชื้นออกจากผลิตภัณฑ์ไม่ดี
- ทางเข้าของอากาศ ทำหน้าที่นำอากาศเข้า ซึ่งต้องขนาดที่เหมาะกับช่องระบายอากาศ
- แผงรับรังสี ทำหนำที่ในการแปลงพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าในแสงอาทิตย์ให้เป็นความร้อน อาจจะเป็นวัสดุทาสีดำหรือก้อนหิน ใช้ในการเพิ่มอุณหภูมิของอากาศภายในเครื่องแห้งให้สูงขึ้น

งานวิจัยของอนันต์ พงศ์ธรกุลพานิช และคณะ. (2548) [11] เป็นการออกแบบสร้าง และศึกษาความเป็นไปได้ทางด้านเทคนิคและเศรษฐศาสตร์ของเครื่องอบแห้งกระดาษสาด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นเครื่องอบแห้งที่มีการพาความร้อนแบบธรรมชาติ มีส่วนประกอบหลัก 2 ส่วนคือ (1) เครื่องอบแห้ง และ(2) ปล่องระบายอากาศ(ventilator) ผลิตภัณฑ์ที่วางไว้ในเครื่องอบแห้งสามารถรับความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์ได้โดยตรงเนื่องจากคลุมด้วยพลาสติกใส UV และใช้ปล่องระบายอากาศภายในเครื่องอบแห้ง ในการทดสอบ ใช้กระดาษสาจากกระบวนการผลิตของกลุ่มกระดาษสา ต.บ้านแยง อ.นครไทย จ.พิษณุโลก ผลิตภัณฑ์ที่นำมาอบแห้ง คือเยื่อกล้วย จากการทดสอบพบว่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์เท่ากับ 34.77% อุณหภูมิเฉลี่ยภายในเครื่องอบแห้งอยู่ในช่วง31.0-36.0 องศาเซลเซียส สามารถอบแห้งผลิตภัณฑ์ได้เร็วกว่าการตากแห้งปกติ 17 ชั่วโมงทำให้ช่วยเพิ่มกำลังการผลิตถึง 2 เท่า ต่อการตากแห้ง 1 ครั้ง ซึ่งสามารถใช้เป็นเครื่องต้นแบบในการเผยแพร่เทคโนโลยีสู่กลุ่มเกษตรกลุ่มอุตสาหกรรม และผู้สนใจทั่วไป เพื่อการอบแห้งกระดาษจากเยื่อธรรมชาติต่าง ๆ ต่อไปได้

เผชิญ จันทร์สา, บัณฑิต ลิ้มมีโชคชัยและ จำนง สรพิพัฒน์. (2550) [12] ได้ทำการวิจัยเรื่องการศึกษาเครื่องอบแห้งพลังแสงอาทิตย์ในประทศไทย : สมรรถนะเชิงพลังงานและแนวทางการส่งเสริม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาและส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ในประเทศไทยโดยศึกษาถึงความเหมาะสมของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

กับสภาพภูมิอากาศในประเทศไทย จากผลการทดสอบพบว่า เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบ passive system ขนาด 1.65 ตารางเมตร สามารถอบแห้งได้อุณหภูมิสูงสุด 57 องศาเซลเซียส โดยทั้งปีสามารถทำอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 49 องศาเซลเซียส ณ เวลาประมาณ12.00น ประสิทธิภาพโดยเฉลี่ยทั้งปีประมาณ 26.8 % ค่าพลังงานการอบแห้งที่สามารถทำได้ทั้งปีเท่ากับ2.748 เมกกะจูน โดยคิดเป็นค่าพลังงานที่ผลิตได้ทดแทนน้ำมันเตา (น้ำมันเตามีค่าความร้อน 39.77 เมกกะจูน/ลิตร) ได้เท่ากับ 260 ลิตร/ปีหรือ 0.55 บาท/เมกกะจูน โดยใช้เงินลงทุนเฉลี่ย 6,000 บาท/ตารางเมตร และจากการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์พบว่าระยะเวลาคืนทุนอยู่ที่ 2.9 ปี

Ahmed Fudholi et al. (2014) [13] ศึกษาและวิเคราะห์ประสิทธิภาพการทำงานของระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับพริกชี้ฟ้าแดง พริกแดงแห้ง จากความชื้นเริ่มต้น 80% เปอร์เซ็นต์ความชื้นมาตรฐานเปียก เหลือความชื้นสุดท้าย10% เปอร์เซ็นต์ความชื้นมาตรฐานเปียกในเวลา 33 ชั่วโมง

Yuttachai Keawsuntia. (2014) [14] ได้ทดลองการอบแห้งพริกโดยใช้ active solar dryer และดวงอาทิตย์อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ เนื่องจากพริกเป็นผลิตภัณฑ์เชิงพาณิชย์การเกษตรของประเทศไทย เครื่องประกอบด้วยแผงรับแสงอาทิตย์ ห้องอบแห้งและปล่องลม มีพัดลมขนาดเล็กเพื่อให้การไหลของอากาศ ภายในตัวเครื่อง การอบแห้งของพริก 20 กิโลกรัมจากความชื้นมาตรฐานเปียก 84 % เปอร์เซ็นต์ความชื้นมาตรฐานเปียกเหลือ 10 % เปอร์เซ็นต์ความชื้นมาตรฐานเปียก แสดงให้เห็นว่าการใช้ พัดลมช่วยในการหมุนเวียนของอากาศ ใช้งานเพื่อให้เวลาในการอบแห้งลดลงประมาณร้อยละ 28.7 เมื่อเทียบกับการอบแห้งจากดวงอาทิตย์เพราะอุณหภูมิของอากาศร้อนในห้องอบแห้งสูงกว่าอุณหภูมิห้องประมาณ 10 ถึง 15 องศาเซลเซียส คุณภาพของพริกแห้งที่ได้ดีกว่าพริกแห้งอบแห้งจากดวงอาทิตย์

นาฟีละห์ กาแม และคณะ. (2560) [15] เพื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความชื้นของกล้วยที่ได้จากตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์-ลมร้อนเทียบกับการตากแห้งแบบทั่วไป โดยออกแบบตู้อบแห้งที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานหลักและพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานเสริม จากการทดสอบเก็บข้อมูล 3 วัน โดยทดสอบหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นฐานแห้งของกล้วย ใช้ระยะเวลาอบ 5 ชั่วโมงและ เก็บข้อมูลทุก ๆ 20 นาที โดยอบกล้วยอย่างละ 1 กิโลกรัม ทำการอบ 3 วิธีด้วยกัน คือ การตากกล้วยแบบธรรมชาติ การอบแห้งกล้วยด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ และการอบแห้งกล้วยด้วยพลังงานแสงอาทิตย์-ลมร้อน และทำการเก็บ ข้อมูลในช่วงเวลา 10.00 น. – 15.00 น. อุณหภูมิสูงสุดภายในตู้อบขณะมี

กล้วย พบว่าการตากกล้วยทั้ง 3 วิธี มี อุณหภูมิมากสุดเท่ากับ 46.85 องศาเซลเซียส, 41.00 องศาเซลเซียส, 40.00 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และการตากกล้วยแบบธรรมชาติ มีความชื้น เริ่มต้นอยู่ที่ 102.02 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานแห้ง ความชื้นสุดท้ายอยู่ที่ 104.08 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานแห้ง การอบแห้งกล้วยด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ มีความชื้นเริ่มต้นอยู่ที่ 108.33 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานแห้ง มีความชื้นสุดท้ายอยู่ที่ 34.54 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานแห้ง และการอบแห้งกล้วยด้วยพลังงานแสงอาทิตย์-ลมร้อน มีความชื้นเริ่มต้นอยู่ที่ 30.61 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานแห้ง มีความชื้นสุดท้ายอยู่ที่ 27.70 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานแห้ง

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการ

3.1 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองแสดงในตารางที่ 3.1 และตารางที่ 3.2

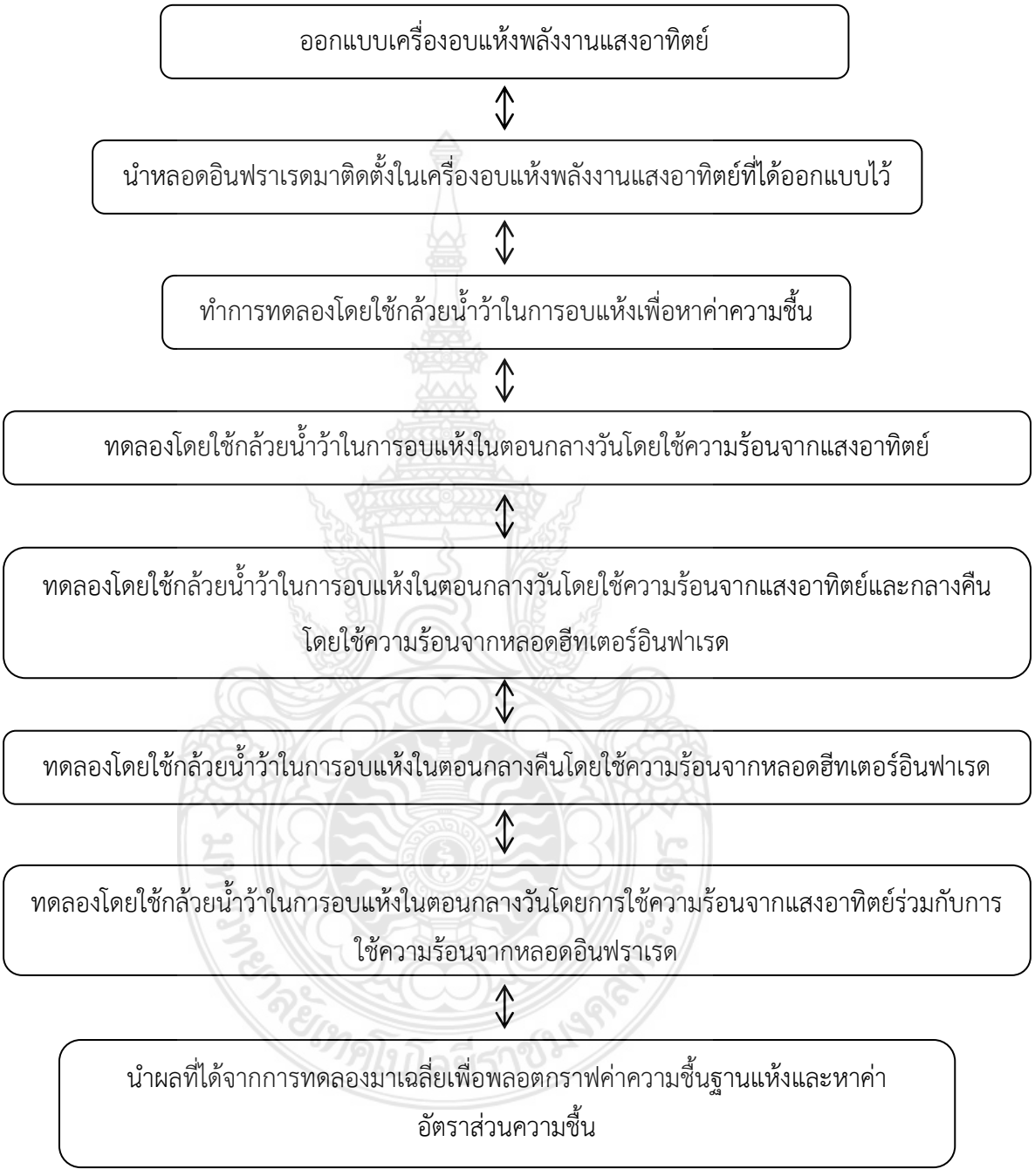
อุปกรณ์
แผงโซล่าเซลล์ ขนาด 55 วัตต์
ตัววัดอุณหภูมิ
แบตเตอรี่ ขนาด 65 แอมป์
หลอดฮีทเตอร์อินฟราเรด 500 วัตต์
อินเวอร์เตอร์ ขนาด 500 วัตต์

ตารางที่ 3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือ
เครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 4 ตำแหน่ง

ตารางที่ 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการทดลองเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบไฮบริด

3.2.1 ขั้นตอนการศึกษาหาข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต

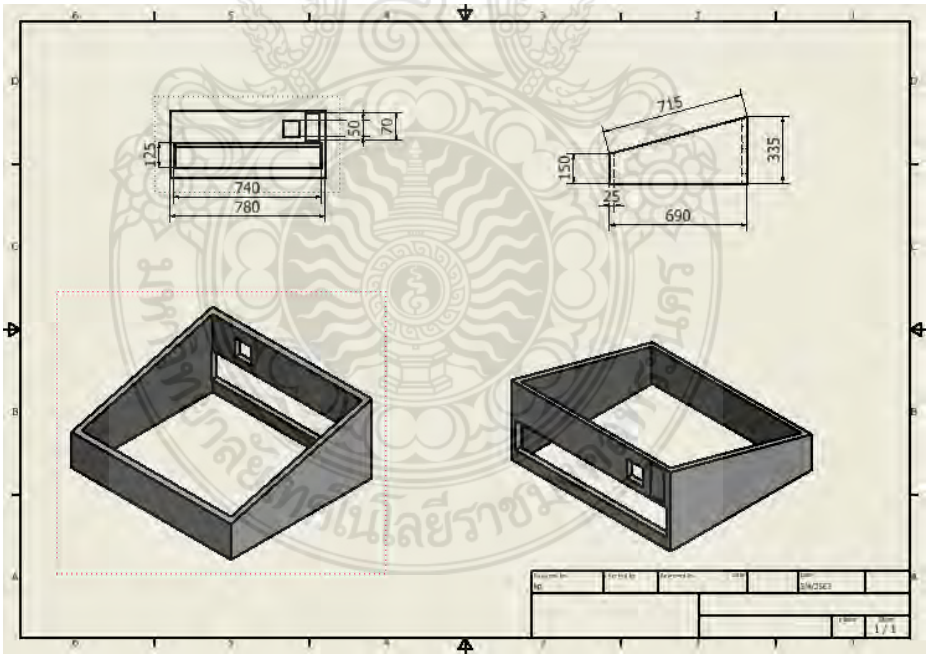
เป็นขั้นตอนแรกของการทำโครงงานวิจัยโดยได้ทำการศึกษาหาข้อมูลจากงานวิจัยในด้านเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งเป็นการปรับใช้ข้อมูลโดยจะนำข้อมูลที่ได้มาเป็นแนวทางในการปรับปรุงเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

3.3.2 ขั้นตอนการเขียนแบบดัดแปลงเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

การเขียนแบบเพื่อดัดแปลงเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์นั้น จะใช้โปรแกรม Autodesk Inventor ในการเขียนแบบเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อนำไปใช้ในการติดตั้งหลอดฮีทเตอร์อินฟราเรดกับแผงโซล่าเซลล์ขนาด 55 วัตต์ โดยออกแบบให้ฐานด้านล่างเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สามารถวางแบตเตอรี่และอุปกรณ์อื่น ๆ ได้

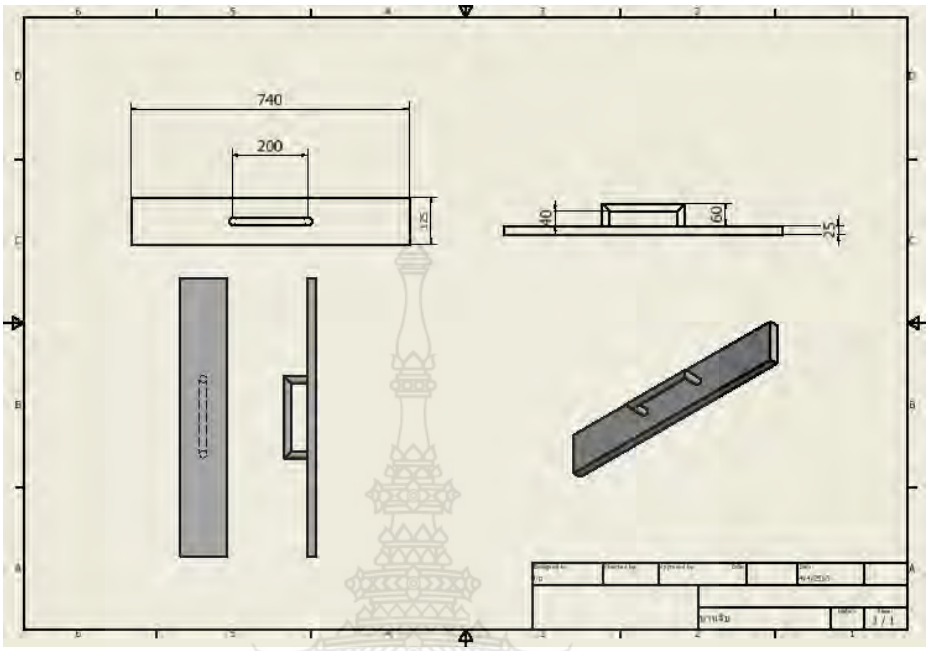
โดยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์มีส่วนประกอบ ดังนี้

1.ส่วนของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์



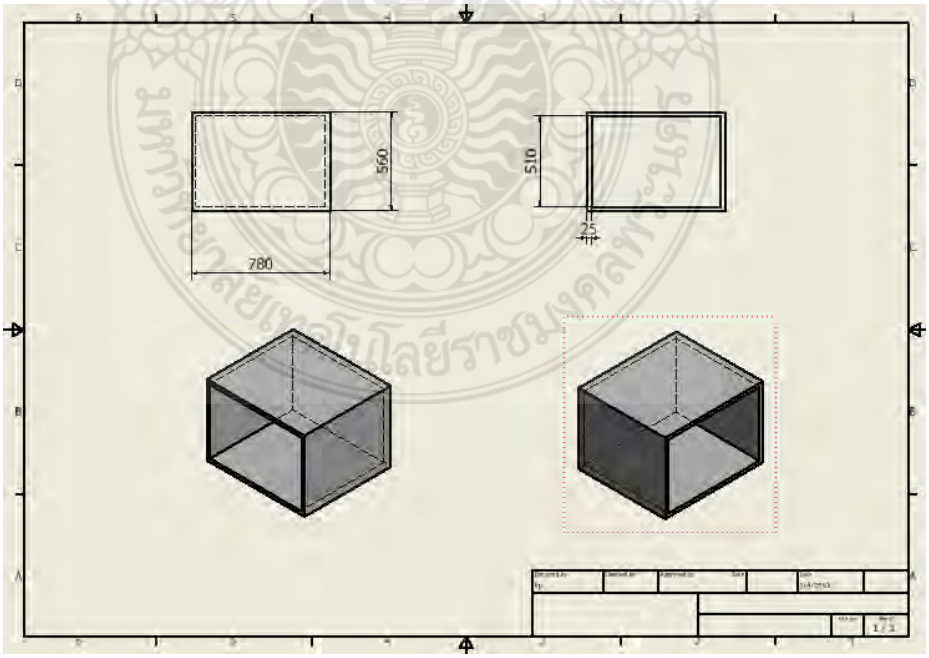
รูปที่ 3.2 รูปส่วนของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

2. ส่วนของฝาเปิด-ปิด เพื่อนำผลผลิตเข้าเครื่องอบ



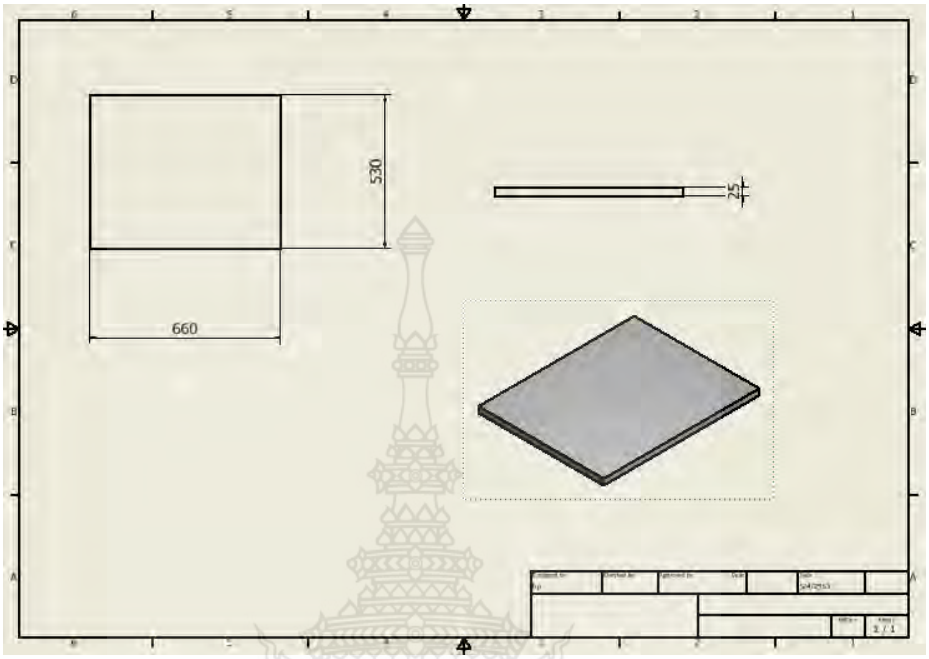
รูปที่ 3.3 รูปฝาเปิด-ปิด เพื่อนำผลผลิตเข้าเครื่องอบแห้ง

3. ส่วนของฐานเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์



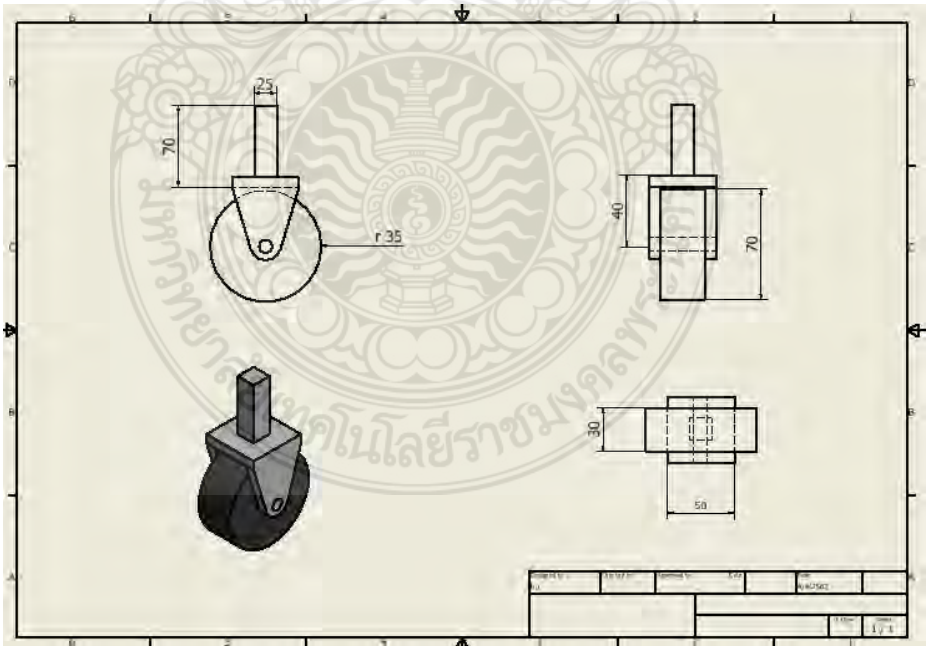
รูปที่ 3.4 รูปส่วนของฐานเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

4. ส่วนของแผงโซล่าเซลล์



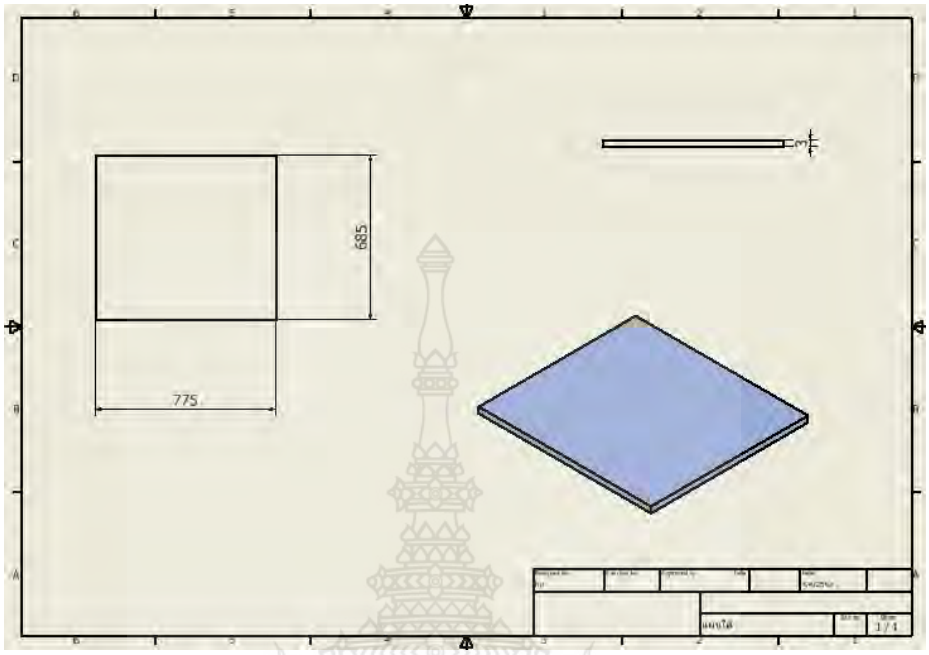
รูปที่ 3.5 รูปแผงโซล่าเซลล์

5. ส่วนของล้อไว้สำหรับเคลื่อนย้ายเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์



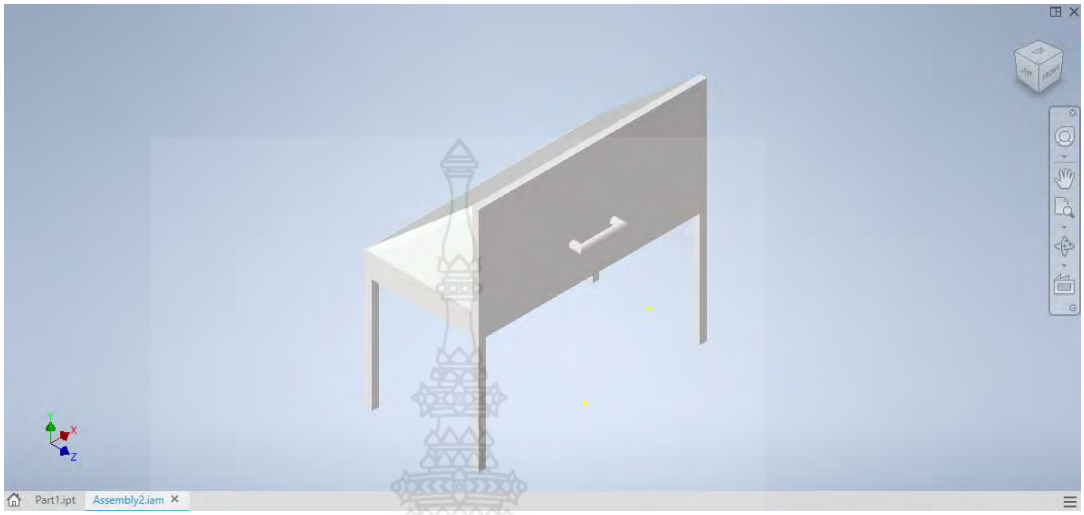
รูปที่ 3.6 รูปล้อไว้สำหรับเคลื่อนย้ายเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

6. ส่วนของแผ่นโพลิคาบอเนตใช้สำหรับรับรังสีความร้อน

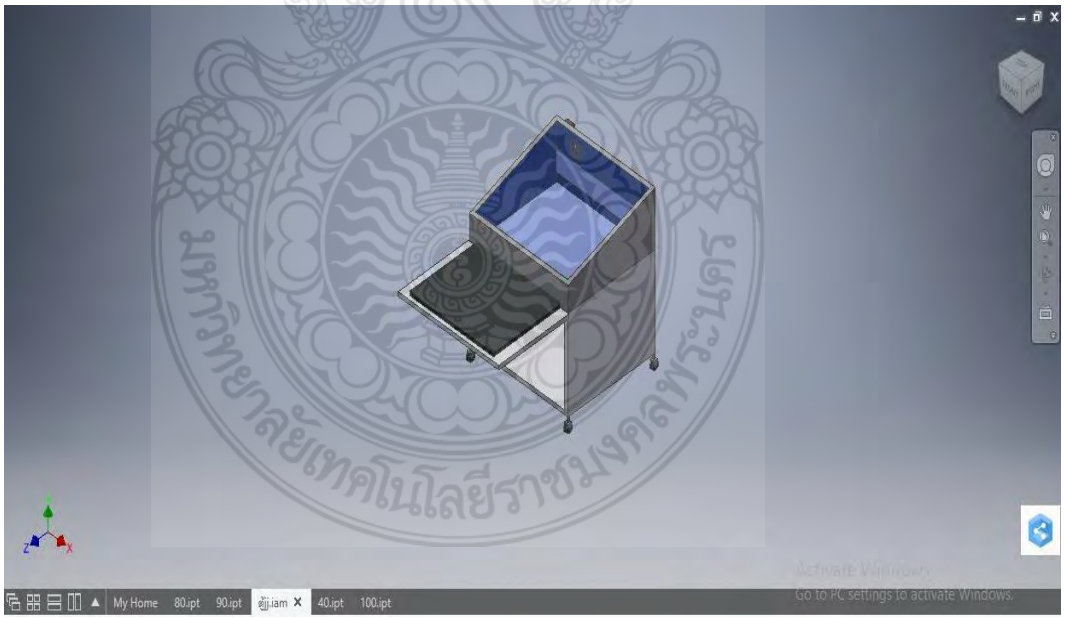


รูปที่ 3.7 รูปแผ่นโพลิคาร์บอเนตใช้สำหรับรับรังสีความร้อน

ภาพเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์จากโปรแกรม Autodesk Inventor ก่อนและหลังทำการดัดแปลง



(ก)



(ข)

รูปที่ 3.8 (ก) รูปภาพเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ก่อนนำไปดัดแปลง
(ข) รูปภาพเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์หลังการดัดแปลง

3.2.3 ขั้นตอนการปรับปรุงเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

หลังจากที่ได้เขียนแบบเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ จึงได้ดำเนินการปรับปรุง แก้ไขเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ให้ตรงตามแบบที่เขียนไว้ในโปรแกรม Autodesk Inventor

(ก)

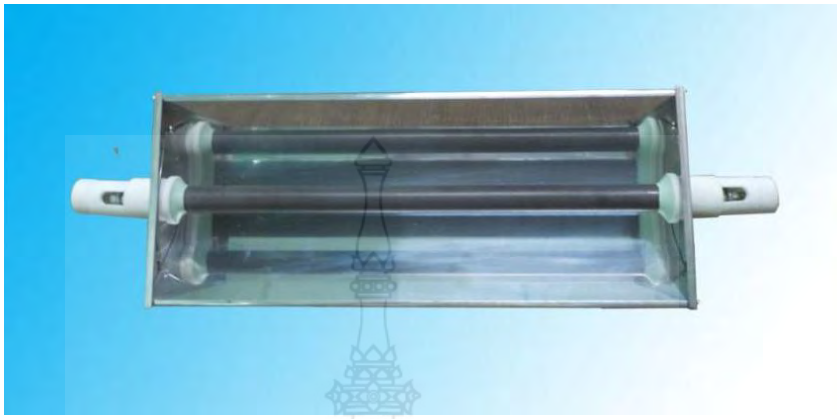
(ข)

(ค)

รูปที่ 3.9 (ก) รูปด้านหน้าของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์
(ข) รูปด้านข้างของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์
(ค) รูปด้านหลังของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

3.2.4 ขั้นตอนการติดตั้งหลอดฮีทเตอร์อินฟราเรด

นำหลอดฮีทเตอร์อินฟราเรดพร้อมโคมมาติดตั้งในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่ดัดแปลงให้สามารถติดตั้งโคมพร้อมกับหลอดฮีทเตอร์อินฟราเรดได้



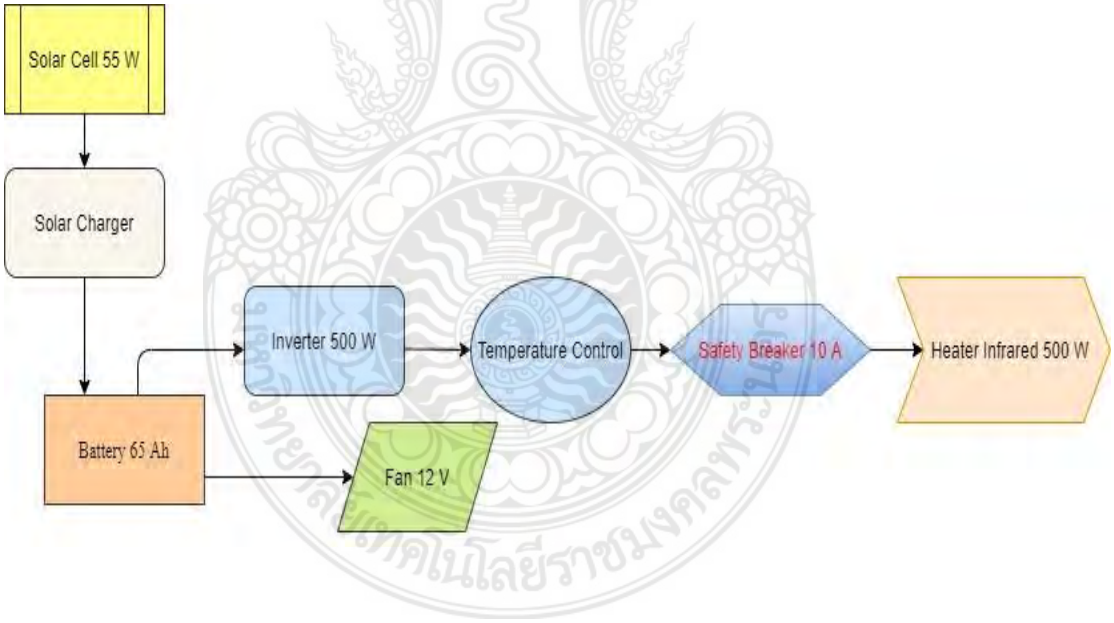
รูปที่ 3.10 รูปหลอดฮีทเตอร์อินฟราเรดพร้อมโคม

โดยติดตั้งหลอดฮีทเตอร์อินฟราเรดไว้ที่ด้านในของเครื่องเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ตามรูปที่ 3.11

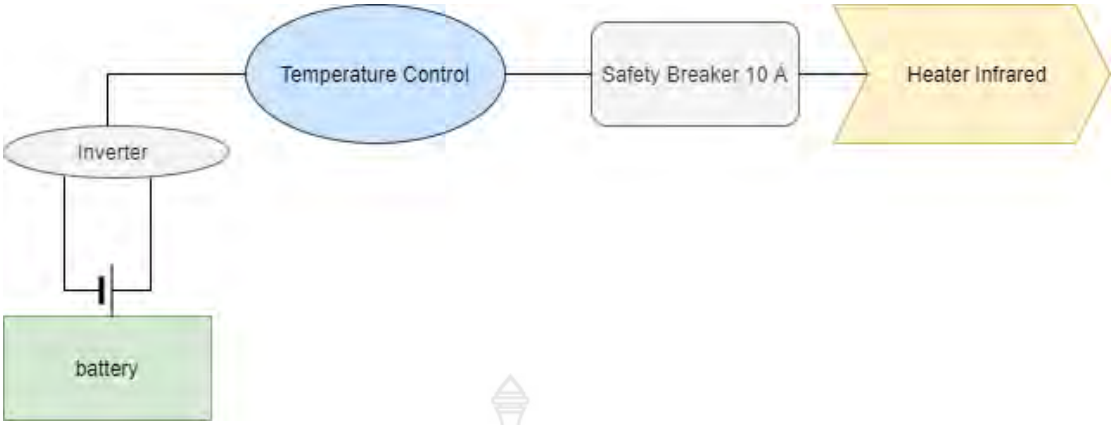
รูปที่ 3.11 รูปบริเวณที่ติดตั้งหลอดฮีทเตอร์อินฟราเรด

3.2.5 ขั้นตอนการทำงานของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบไฮบริด

นำพลังงานแสงอาทิตย์มาเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าโดยแผงโซล่าเซลล์ 55 วัตต์ ผ่านเครื่องโซลาร์ชาร์จเจอร์เพื่อควบคุมให้พลังงานไฟฟ้ามาเก็บไว้ในแบตเตอรี่เมื่อต้องการใช้ความร้อนจากหลอดฮีทเตอร์อินฟราเรด ก็จะนำพลังไฟฟ้าจากแบตเตอรี่มาผ่านเครื่อง Inverter 500 Watt (เปลี่ยนจากกระแสไฟฟ้าตรงเป็นกระแสไฟฟ้าสลับ)จากนั้นต่อกระแสไฟฟ้าเข้ากับ Temperature Control แล้วตั้งค่าให้ตัว Temperature Control ตัดกระแสไฟฟ้าที่ไปยังหลอดฮีทเตอร์อินฟราเรดเมื่ออุณหภูมิภายในเครื่องอบแห้งมีอุณหภูมิเท่ากับ 50 องศาเซลเซียส และให้จ่ายกระแสไฟฟ้าเมื่ออุณหภูมิภายในเครื่องอบเท่ากับ 45 องศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมิภายในเครื่องอบแห้งจะมีอุณหภูมิที่ประมาณ 40 – 60 องศาเซลเซียส จากนั้นต่อกระแสไฟฟ้าเข้าสู่ Safety Breaker ขนาด 10 A แล้วจึงนำมาต่อเข้ากับหลอดฮีทเตอร์อินฟราเรด ดังรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 รูปแบบขั้นตอนการทำงานของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบไฮบริด



รูปที่ 3.13 รูปวงจรไฟฟ้าของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบไฮบริด

3.2.6 ขั้นตอนการชั่งน้ำหนักของกล้วยน้ำว้า

ก่อนทำการชั่งน้ำหนักกล้วยน้ำว้าจะนำกล้วยน้ำว้าไปหั่นเป็นแว่น ๆ ขนาดความหนาประมาณ 2 – 3 มิลลิเมตร โดยจะชั่งน้ำหนักกล้วย 20 กรัมต่อ 1 การทดลอง

รูปที่ 3.14 การนำกล้วยน้ำว้าไปหั่นเป็นแว่นๆ

หลังจากนั้นจะเป็นขั้นตอนการชั่งน้ำหนักกล้วยน้ำว้าโดยจะทำการชั่งน้ำหนักกล้วยน้ำว้าก่อนทำการอบโดยใช้เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ทุกครั้ง และจะนำกล้วยน้ำว้าออกมาชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 4 ตำแหน่งทุก ๆ 15 – 20 นาที และหลังจากที่น้ำหนักของกล้วยน้ำว้าลดน้ำหนักช้าลง จึงเปลี่ยนเวลานำกล้วยน้ำว้าออกมาชั่งด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 4 ตำแหน่งเป็นทุกๆ 30 – 60 นาที แล้วทำการบันทึกผล

รูปที่ 3.15 การชั่งน้ำกล้วยน้ำว้าที่หั่นเป็นแว่นโดยเครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 4 ตำแหน่ง

โดยจะแบ่งการทดลองออกเป็น 4 หัวข้อการทดลอง ได้แก่

1. การทดลองอบแห้งกล้วยน้ำว้าในตอนกลางวันโดยใช้ความร้อนจากแสงอาทิตย์
2. การทดลองอบแห้งกล้วยน้ำว้าตอนกลางคืนโดยใช้ความร้อนจากหลอดฮีทเตอร์อินฟาเรด
3. การทดลองอบแห้งกล้วยน้ำว้าในตอนกลางวันโดยใช้ความร้อนจากแสงอาทิตย์และใช้ความร้อนจากหลอดฮีทเตอร์อินฟาเรดกลางคืน
4. การทดลองอบแห้งกล้วยน้ำว้าในตอนกลางวันโดยใช้ความร้อนจากแสงอาทิตย์ร่วมกับการใช้ความร้อนจากหลอดฮีทเตอร์อินฟราเรด

3.2.7 ขั้นตอนการอบแห้งกล้วยน้ำว้า

เป็นขั้นตอนที่ทำให้กล้วยน้ำว้ามีน้ำหนักน้อยที่สุดโดยใช้เครื่องอบลมร้อน อบที่อุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง แล้วจึงนำกล้วยน้ำว้ามาชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 4 ตำแหน่ง แล้วบันทึกผล เพื่อนำน้ำหนักที่ได้สามารถนำไปคำนวณความชื้นฐานแห้งต่อไปได้

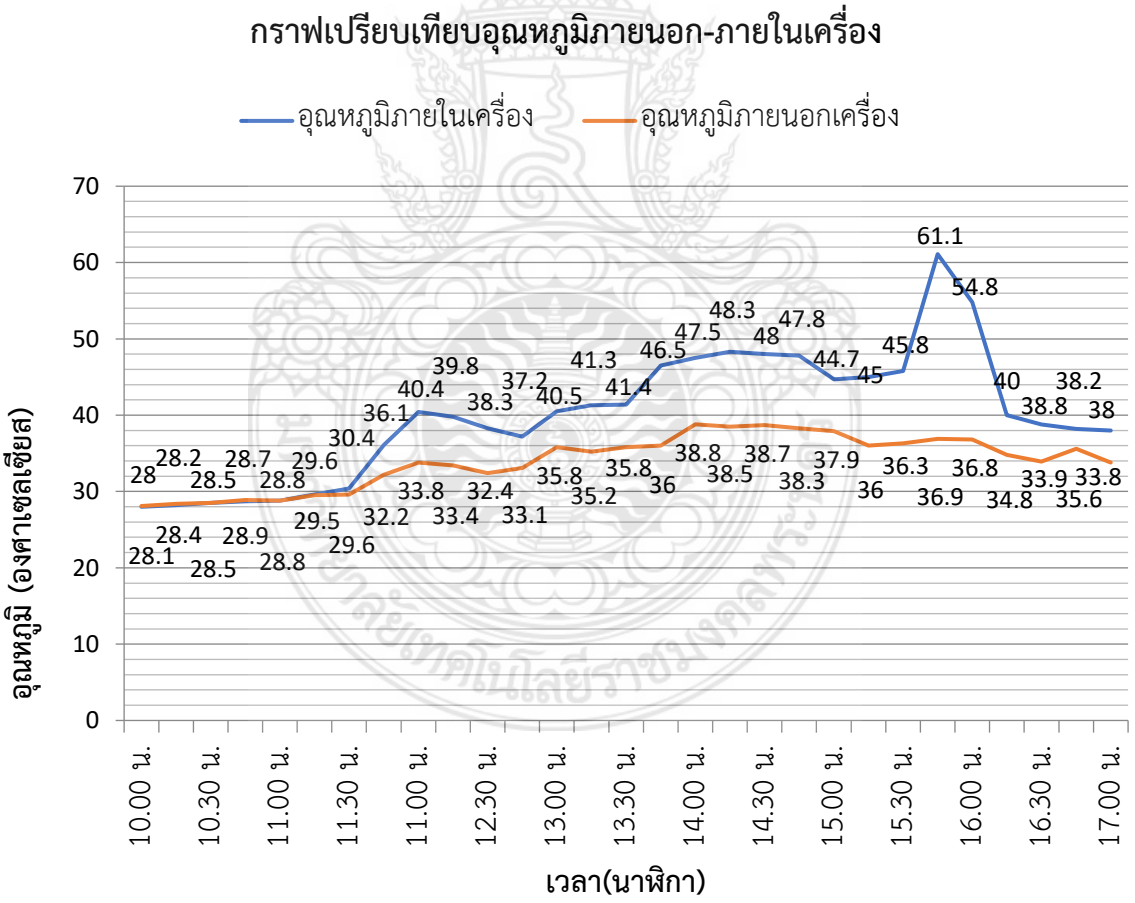
รูปที่ 3.16 การนำกล้วยน้ำว้าเข้าเครื่องอบลมร้อน

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง

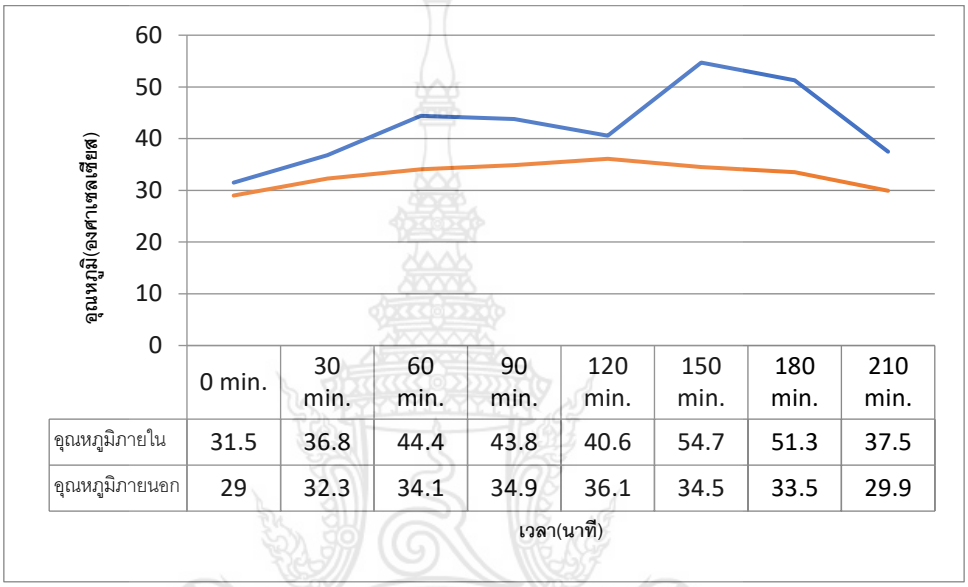
4.1 ผลการเปรียบเทียบอุณหภูมิภายในและภายนอกเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

กราฟเปรียบเทียบแสดงค่าอุณหภูมิระหว่างภายนอกและภายในของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์โดยในการทดลองนี้จะเปรียบเทียบอุณหภูมิระหว่างภายในเครื่องอบแห้งและภายนอกเครื่องอบแห้งที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ โดยจะเก็บข้อมูลทุก ๆ 30 นาที ในระหว่างช่วงเวลา 10:00 น. – 17:00 น. โดยค่าอุณหภูมิสูงสุดภายนอกเครื่องที่เก็บข้อมูลได้ คือ 38.8 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิสูงสุดภายในเครื่อง คือ 61.1 องศาเซลเซียส จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิภายในเครื่องอบแห้งสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกเครื่องอบแห้ง ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 กราฟแสดงความเปรียบเทียบอุณหภูมิภายใน-ภายนอกเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

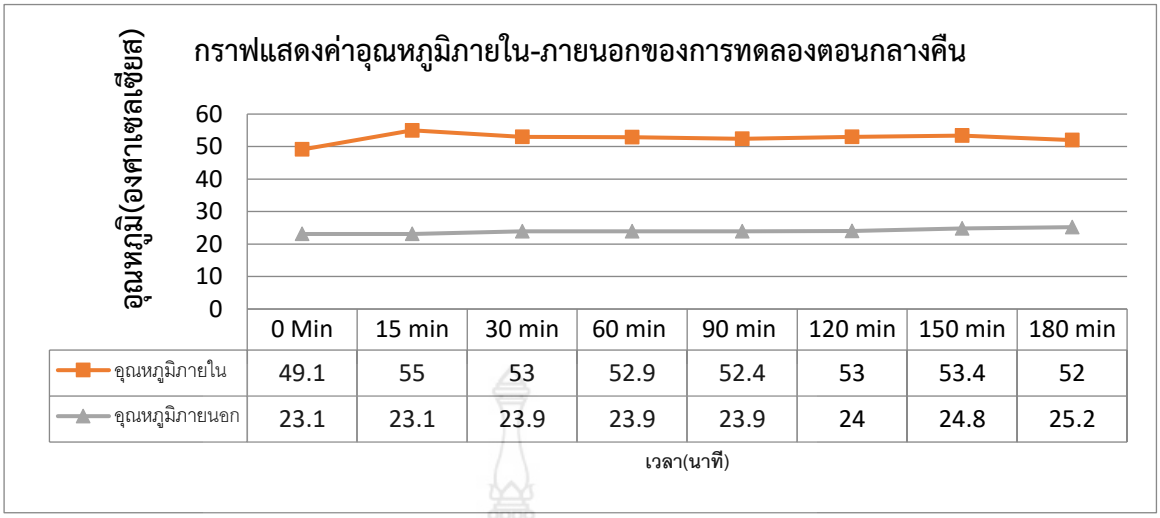
กราฟเปรียบเทียบแสดงค่าอุณหภูมิระหว่างภายนอกและภายในของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ของการทดลองในเวลากลางวันที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ โดยในการทดลองนี้จะเปรียบเทียบอุณหภูมิระหว่างภายในเครื่องอบแห้งและภายนอกเครื่องอบแห้ง โดยใช้กล้วยน้ำหนักประมาณ 20 กรัม และจะเก็บข้อมูลทุก ๆ 30 นาที เป็นเวลา 210 นาทีโดยค่าอุณหภูมิสูงสุดภายนอกเครื่องที่เก็บข้อมูลได้ คือ 36.1 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิสูงสุดภายในเครื่อง คือ 54.7 องศาเซลเซียส จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิภายในเครื่องอบแห้งสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกเครื่องอบแห้ง ดังรูปที่ 4.2



	0 min.	30 min.	60 min.	90 min.	120 min.	150 min.	180 min.	210 min.
อุณหภูมิภายใน	31.5	36.8	44.4	43.8	40.6	54.7	51.3	37.5
อุณหภูมิภายนอก	29	32.3	34.1	34.9	36.1	34.5	33.5	29.9

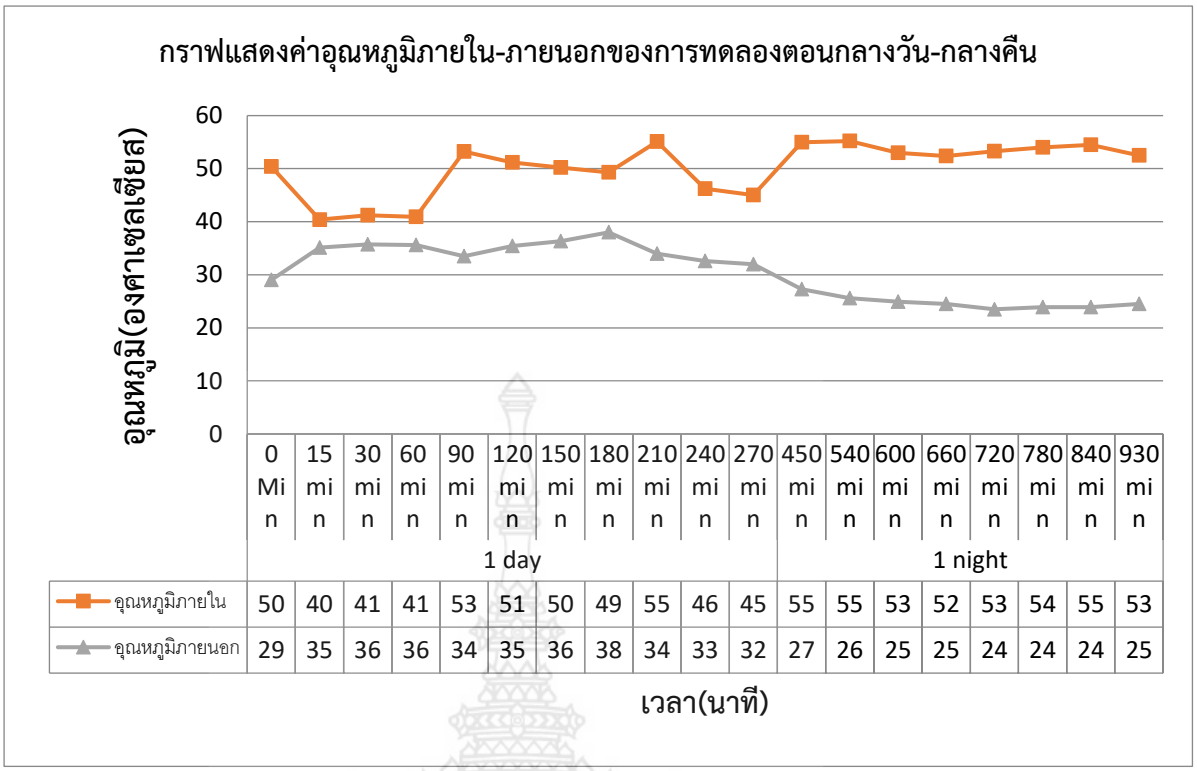
รูปที่ 4.2 กราฟแสดงความเปรียบเทียบอุณหภูมิภายใน-ภายนอกเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ของการทดลองในเวลากลางวัน

กราฟเปรียบเทียบแสดงค่าอุณหภูมิระหว่างภายนอกและภายในของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ของการทดลองในเวลากลางคืนที่ใช้หลอดฮีทเตอร์อินฟราเรด โดยในการทดลองนี้จะเปรียบเทียบอุณหภูมิระหว่างภายในเครื่องอบแห้งและภายนอกเครื่องอบแห้ง โดยใช้กล้วยน้ำหนักประมาณ 20 กรัม และจะเก็บข้อมูลทุก ๆ 30 นาที เป็นเวลา 180 นาทีโดยค่าอุณหภูมิสูงสุดภายนอกเครื่องที่เก็บข้อมูลได้ คือ 25.2 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิสูงสุดภายในเครื่อง คือ 55 องศาเซลเซียส จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิภายในเครื่องอบแห้งสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกเครื่องอบแห้ง ดังรูปที่ 4.3



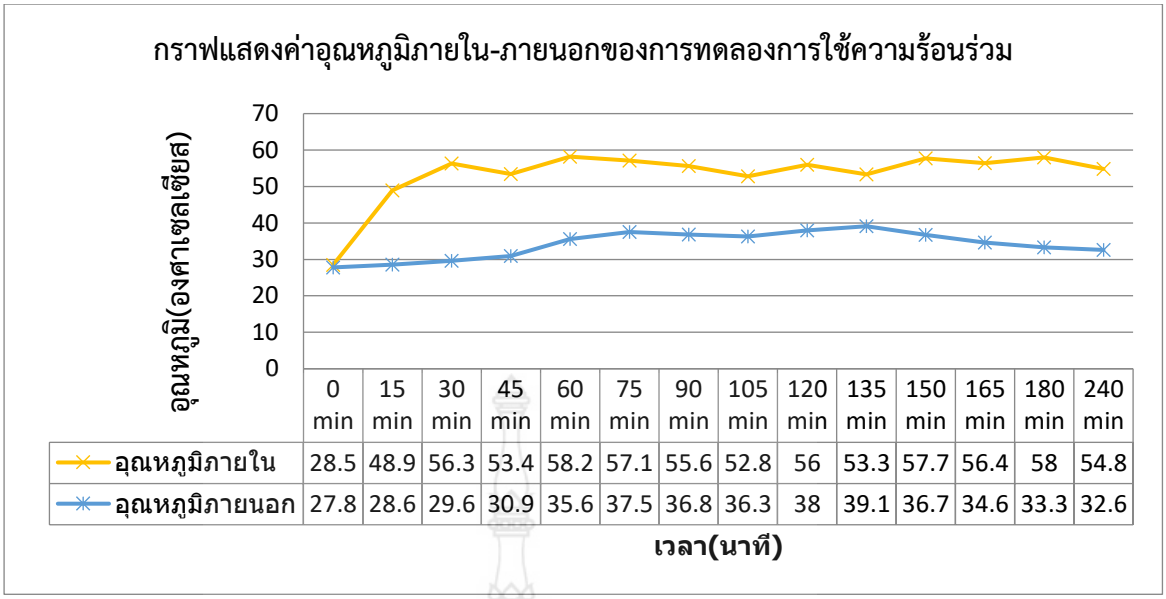
รูปที่ 4.3 กราฟแสดงความเปรียบเทียบอุณหภูมิภายใน-ภายนอกเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ของการทดลองในเวลากลางคืน

กราฟเปรียบเทียบแสดงค่าอุณหภูมิระหว่างภายนอกและภายในของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ของการทดลองในเวลากลางวัน - กลางคืน ซึ่งในเวลากลางวันจะใช้พลังงานแสงอาทิตย์และในเวลากลางคืนจะใช้ความร้อนจากหลอดฮีทเตอร์อินฟราเรด โดยในการทดลองนี้จะเปรียบเทียบอุณหภูมิระหว่างภายในเครื่องอบแห้งและภายนอกเครื่องอบแห้ง โดยใช้กล้วยน้ำหนักประมาณ 20 กรัม และจะเก็บข้อมูลทุก ๆ 30 นาทีเป็นเวลา 930 นาที โดยค่าอุณหภูมิสูงสุดภายนอกเครื่องที่เก็บข้อมูลได้เวลากลางวัน คือ 38 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิสูงสุดภายในเครื่องเวลากลางวัน คือ 55.1 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุดภายนอกเครื่องที่เก็บข้อมูลได้เวลากลางคืน คือ 27.3 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิสูงสุดภายในเครื่องเวลากลางคืน คือ 55.2 องศาเซลเซียส จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิภายในเครื่องอบแห้งสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกเครื่องอบแห้ง ดังรูปที่ 4. 4



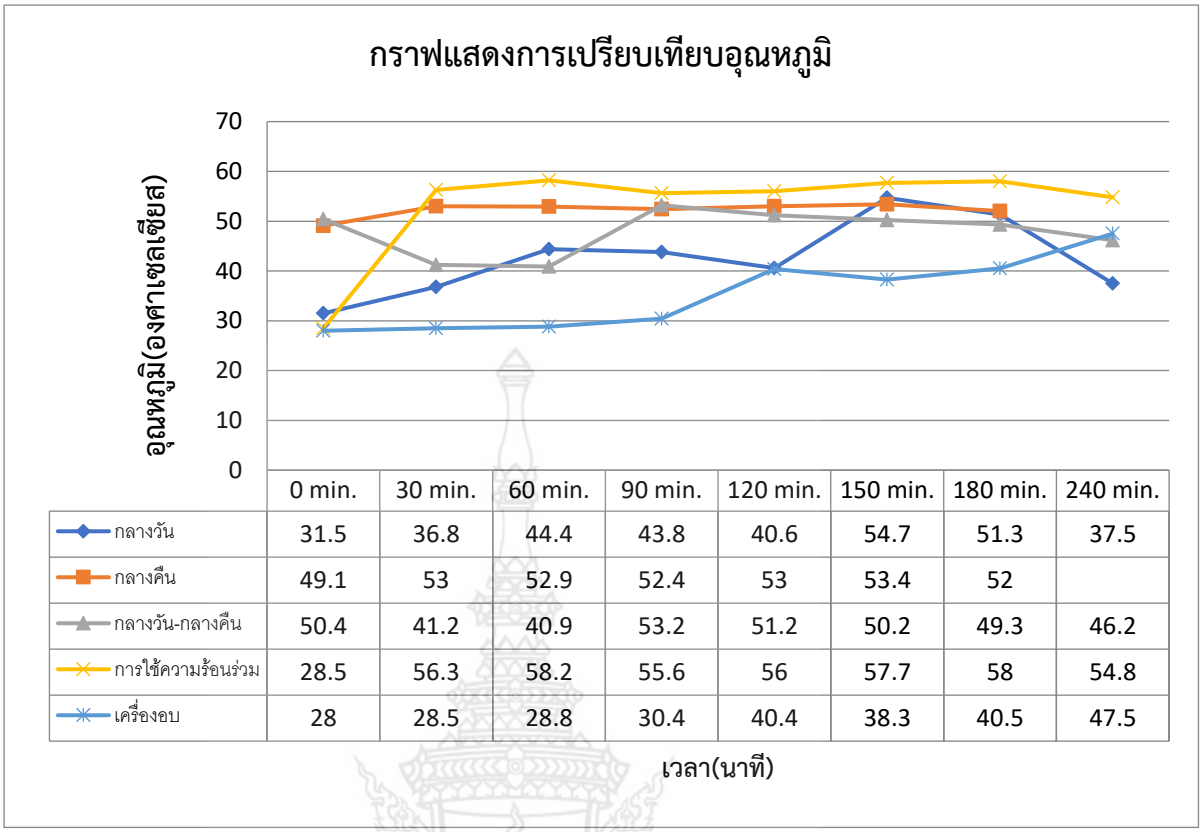
รูปที่ 4.4 กราฟแสดงความเปรียบเทียบอุณหภูมิภายใน-ภายนอกเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ของการทดลองในเวลากลางวัน-กลางคืน

กราฟเปรียบเทียบแสดงค่าอุณหภูมิระหว่างภายนอกและภายในของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ของการทดลองในเวลากลางวันโดยใช้หลอดฮีทเตอร์อินฟราเรดเป็นแหล่งความร้อนร่วม ในการทดลองนี้จะเปรียบเทียบอุณหภูมิระหว่างภายในเครื่องอบแห้งและภายนอกเครื่องอบแห้ง โดยใช้กล้วยน้ำหนักประมาณ 20 กรัม และจะเก็บข้อมูลทุก ๆ 30 นาที เป็นเวลา 180 นาทีโดยค่าอุณหภูมิสูงสุดภายนอกเครื่องที่เก็บข้อมูลได้ คือ 39.1 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิสูงสุดภายในเครื่อง คือ 58.2 องศาเซลเซียส จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิภายในเครื่องอบแห้งสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกเครื่องอบแห้ง ดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 กราฟแสดงความเปรียบเทียบอุณหภูมิภายใน-ภายนอกเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ของการทดลองในเวลากลางวันโดยใช้หลอดฮีทเตอร์อินฟราเรดเป็นแหล่งความร้อนร่วม

กราฟเปรียบเทียบแสดงค่าอุณหภูมิภายในของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ของทุกการทดลอง โดยจะเก็บข้อมูลทุก ๆ 30 นาที เป็นเวลา 180 นาที ค่าอุณหภูมิภายในเครื่องอบแห้งของการทดลองเวลากลางวันสูงสุด คือ 54.7 องศาเซลเซียส ค่าอุณหภูมิภายในเครื่องอบแห้งของการทดลองเวลากลางคืนสูงสุด คือ 53.4 องศาเซลเซียส ค่าอุณหภูมิภายในเครื่องอบแห้งของการทดลองเวลากลางวัน-กลางคืนสูงสุด คือ 53.2 องศาเซลเซียส ค่าอุณหภูมิภายในเครื่องอบแห้งของการทดลองเวลากลางวันที่ใช้หลอดฮีทเตอร์อินฟราเรดสูงสุด คือ 58.2 องศาเซลเซียส ค่าอุณหภูมิภายในเครื่องอบแห้งปกติในการทดลองเวลากลางวันสูงสุด คือ 47.5 องศาเซลเซียส จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิภายในเครื่องอบแห้งของการทดลองเวลากลางวันที่ใช้หลอดฮีทเตอร์อินฟราเรดมีอุณหภูมิสูงที่สุด ดังรูปที่ 4.6



	0 min.	30 min.	60 min.	90 min.	120 min.	150 min.	180 min.	240 min.
กลางวัน	31.5	36.8	44.4	43.8	40.6	54.7	51.3	37.5
กลางคืน	49.1	53	52.9	52.4	53	53.4	52	
กลางวัน-กลางคืน	50.4	41.2	40.9	53.2	51.2	50.2	49.3	46.2
การใช้ความร้อนร่วม	28.5	56.3	58.2	55.6	56	57.7	58	54.8
เครื่องอบ	28	28.5	28.8	30.4	40.4	38.3	40.5	47.5

รูปที่ 4.6 กราฟแสดงความเปรียบเทียบอุณหภูมิภายในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ของทุกการทดลอง

4.2 การเปลี่ยนแปลงความชื้นกล้วยน้ำว้า

กราฟแสดงค่าความชื้นฐานแห้งของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ระหว่างผลการทดลองเวลากลางวันโดยใช้ความร้อนจากแสงอาทิตย์, เวลากลางคืนโดยใช้ความร้อนจากหลอดฮีทเตอร์อินฟราเรด, เวลากลางวันโดยใช้ความร้อนจากแสงอาทิตย์และกลางคืนโดยใช้ความร้อนจากหลอดฮีทเตอร์อินฟราเรด และเวลากลางวันโดยใช้ความร้อนจากหลอดฮีทเตอร์อินฟราเรดเป็นแหล่งความร้อนร่วมกับแสงอาทิตย์ โดยใช้กล้วยน้ำหนักประมาณ 20 กรัม และจะเก็บข้อมูลทุก ๆ 15-20 นาที และเมื่อน้ำหนักลดน้อยลงจะเปลี่ยนการจัดเก็บข้อมูลเป็นทุก ๆ 30-60 นาที

จากรูปที่ 4.7 ทำการทดลองโดยการชั่งน้ำหนักกล้วยน้ำว้า แล้วจึงอบแห้งในเวลากลางวันโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ เป็นเวลา 255 นาทีจากนั้นจึงนำค่าที่วัดได้ในแต่ละช่วงเวลามาคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นฐานแห้งแล้วจึงนำค่ามาเฉลี่ย ซึ่งค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นฐานแห้งที่เอามาเฉลี่ย จากค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นฐานแห้งเริ่มต้นที่ 142.93 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานแห้ง พอผ่านการอบแห้งใน

เครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ปกติเป็นระยะเวลา 255 นาทีจะเหลือค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นฐานแห้งอยู่ที่ 32.52 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานแห้ง

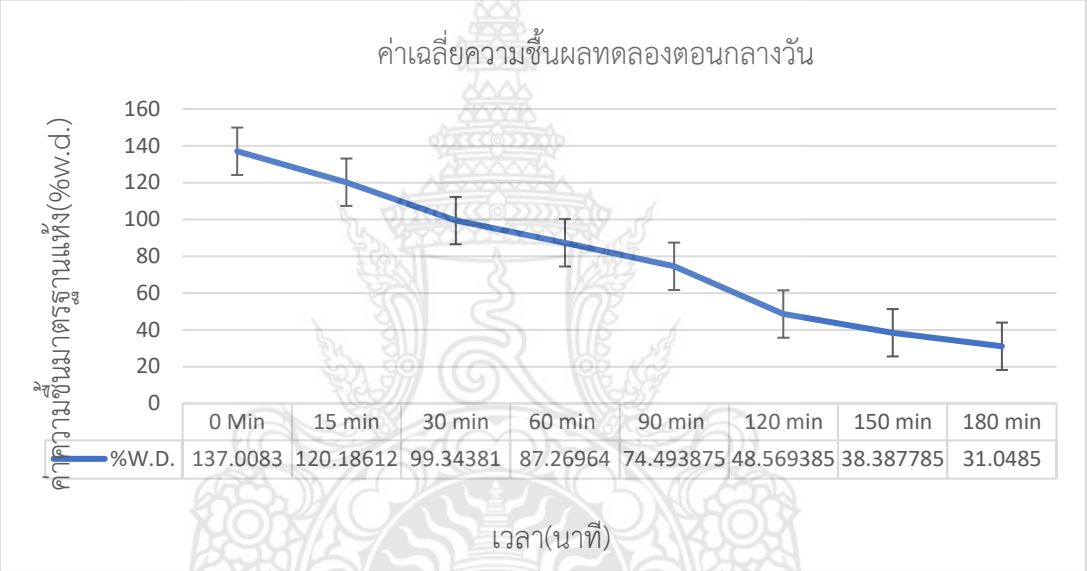
โดยใช้สมการ $M_d\ (\%) = [(w - d)/d] \times 100$ ในการคำนวณ

[(น้ำหนักเริ่มต้นของกล้วยน้ำว้าเฉลี่ย – น้ำหนักอบแห้งของกล้วยน้ำว้าเฉลี่ย) / น้ำหนักอบแห้งของกล้วยน้ำว้าเฉลี่ย] x 100 = ค่าความชื้นฐานแห้ง

ซึ่งได้เท่ากับ

[(1.8015-0.7601)/0.7601] x 100 = 137.0083 % (ค่าความชื้นฐานแห้งเริ่มต้น)

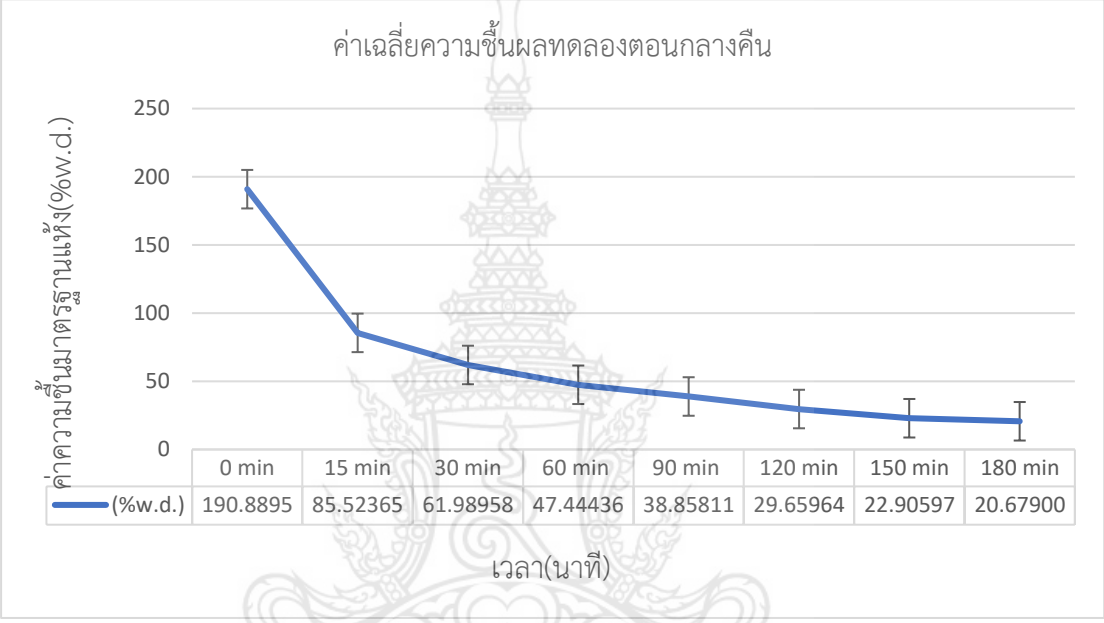
[(0.9961-0.7601)/0.7601] x 100 = 31.0485 % (ค่าความชื้นฐานแห้งในนาทีที่180)



รูปที่ 4.7 กราฟแสดงค่าความชื้นฐานแห้งเฉลี่ยของการทดลองเวลากลางวัน

จากรูปที่ 4.8 ที่ได้ทำการทดลองโดยการชั่งน้ำหนักกล้วยน้ำว้า แล้วจึงอบแห้งในเวลากลางคืนโดยใช้ความร้อนจากฮีทเตอร์อินฟราเรด เป็นเวลา 180 นาทีจากนั้นจึงนำค่าที่วัดได้ในแต่ละช่วงเวลามาคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นฐานแห้งแล้วจึงนำค่ามาเฉลี่ย ซึ่งค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นฐานแห้งที่เอามาเฉลี่ย จากค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นฐานแห้งเริ่มต้นที่ 190.8895 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานแห้ง พอผ่านการอบแห้งในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งหลอดฮีทเตอร์อินฟราเรดปกติเป็นระยะเวลา 180 นาทีจะเหลือค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นฐานแห้งอยู่ที่ 20.679 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานแห้ง

โดยใช้สมการ $M_d\ (\%) = [(w - d)/d] \times 100$ ในการคำนวณ
[(น้ำหนักเริ่มต้นของกล้วยน้ำว้าเฉลี่ย – น้ำหนักอบแห้งของกล้วยน้ำว้าเฉลี่ย) / น้ำหนักอบแห้งของกล้วยน้ำว้าเฉลี่ย] x 100 = ค่าความชื้นฐานแห้ง
ซึ่งได้เท่ากับ
[(1.8934-0.6509)/0.6509] x 100 = 190.8895 % (ค่าความชื้นฐานแห้งเริ่มต้น)
[(0.7855-0.6509)/0.6509] x 100 = 20.679 % (ค่าความชื้นฐานแห้งในนาทีที่180)



รูปที่ 4.8 กราฟแสดงค่าความชื้นฐานแห้งเฉลี่ยของการทดลองเวลากลางคืน

จากรูปที่ 4.9 ที่ได้ทำการทดลองโดยการชั่งน้ำหนักกล้วยน้ำว้า แล้วจึงอบแห้งในเวลากลางวัน-กลางคืนโดยที่เวลากลางวันจะใช้พลังงานแสงอาทิตย์และเวลากลางคืนจะใช้พลังงานจากหลอดฮีทเตอร์อินฟราเรด เป็นเวลา 930 นาทีจากนั้นจึงนำค่าที่วัดได้ในแต่ละช่วงเวลามาคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นฐานแห้งแล้วจึงนำค่ามาเฉลี่ย ซึ่งค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นฐานแห้งที่เอามาเฉลี่ยจากค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นฐานแห้งเริ่มต้นที่ 182.8031 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานแห้ง พอผ่านการอบแห้งในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ปกติเป็นระยะเวลา 930 นาทีจะเหลือค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นฐานแห้งอยู่ที่ 0.9057 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานแห้ง

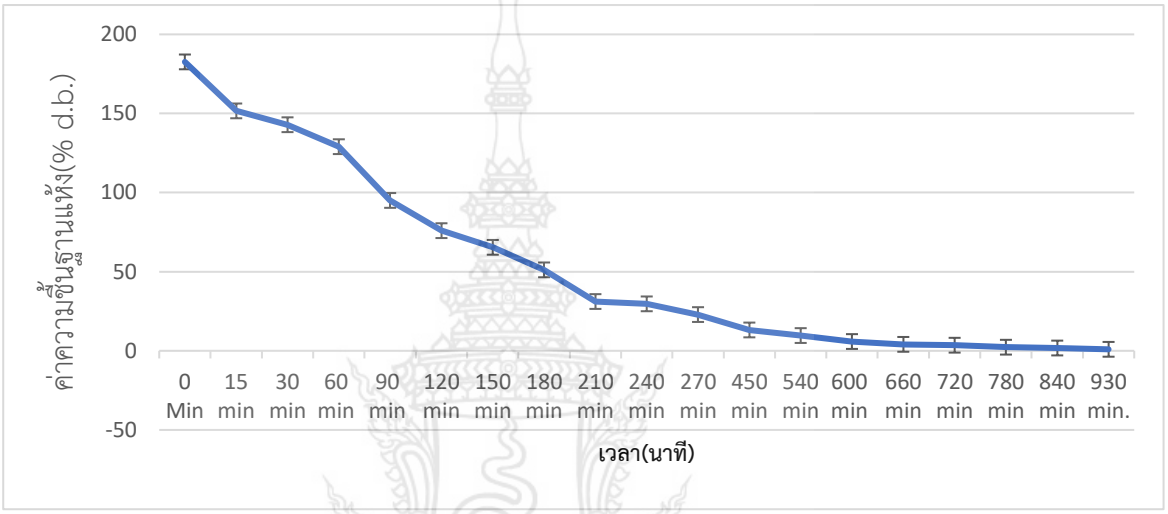
โดยใช้สมการ $M_d\ (\%) = [(w - d)/d] \times 100$ ในการคำนวณ

[(น้ำหนักเริ่มต้นของกล้วยน้ำว้าเฉลี่ย – น้ำหนักอบแห้งของกล้วยน้ำว้าเฉลี่ย) / น้ำหนักอบแห้งของกล้วยน้ำว้าเฉลี่ย] x 100 = ค่าความชื้นฐานแห้ง

ซึ่งได้เท่ากับ

[(2.4980-0.8833)/0.8833] x 100 = 182.8031 % (ค่าความชื้นฐานแห้งเริ่มต้น)

[(0.8913-0.8833)/0.8833] x 100 = 0.9057 % (ค่าความชื้นฐานแห้งในนาทีที่930)



รูปที่ 4.9 กราฟแสดงค่าความชื้นฐานแห้งเฉลี่ยของการทดลองเวลากลางวัน-กลางคืน

หมายเหตุ : ในช่วงเวลาที่ 180 นาทีจะได้ค่าความชื้นฐานแห้ง 51.16 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานแห้ง

จากรูปที่ 4.10 ที่ได้ทำการทดลองโดยการชั่งน้ำหนักกล้วยน้ำว้า แล้วจึงอบแห้งในเวลากลางวันโดยใช้หลอดฮีทเตอร์อินฟราเรดเป็นแหล่งความร้อนร่วม เป็นเวลา 240 นาทีจากนั้นจึงนำค่าที่วัดได้ในแต่ละช่วงเวลามาคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นฐานแห้งแล้วจึงนำค่ามาเฉลี่ย ซึ่งค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นฐานแห้งที่เอามาเฉลี่ย จากค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นฐานแห้งเริ่มต้นที่ 150.78 % พอผ่านการอบแห้งในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ปกติเป็นระยะเวลา 180 นาทีจะเหลือค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นฐานแห้งอยู่ที่ 13.372 %

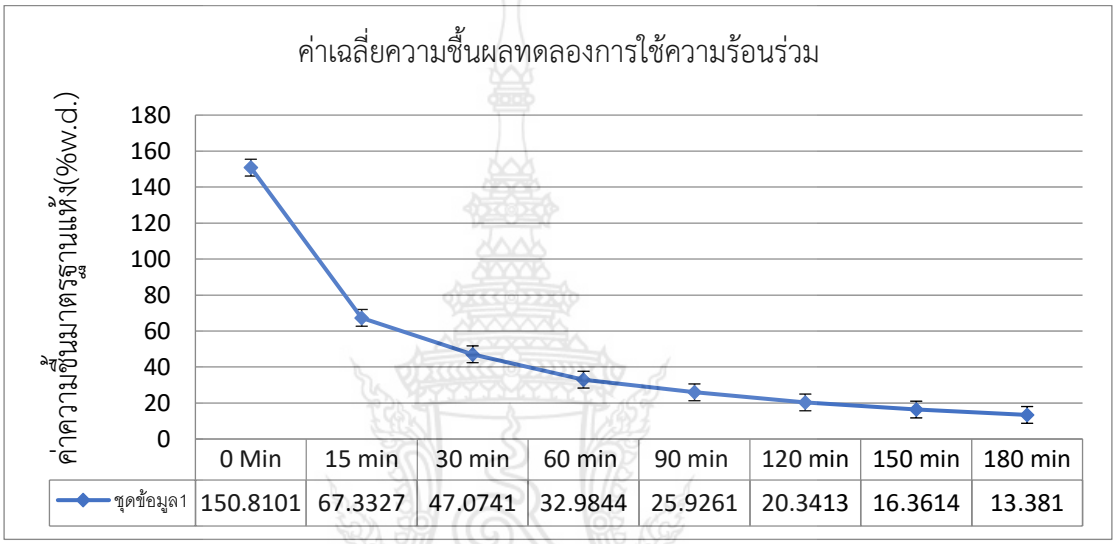
โดยใช้สมการ $M_d\ (\%) = [(w - d)/d] \times 100$ ในการคำนวณ

[(น้ำหนักเริ่มต้นของกล้วยน้ำว้าเฉลี่ย – น้ำหนักอบแห้งของกล้วยน้ำว้าเฉลี่ย) / น้ำหนักอบแห้งของกล้วยน้ำว้าเฉลี่ย] x 100 = ค่าความชื้นฐานแห้ง

ซึ่งได้เท่ากับ

[(1.8575-0.7406)/0.7406] x 100 = 150.8101 % (ค่าความชื้นฐานแห้งเริ่มต้น)

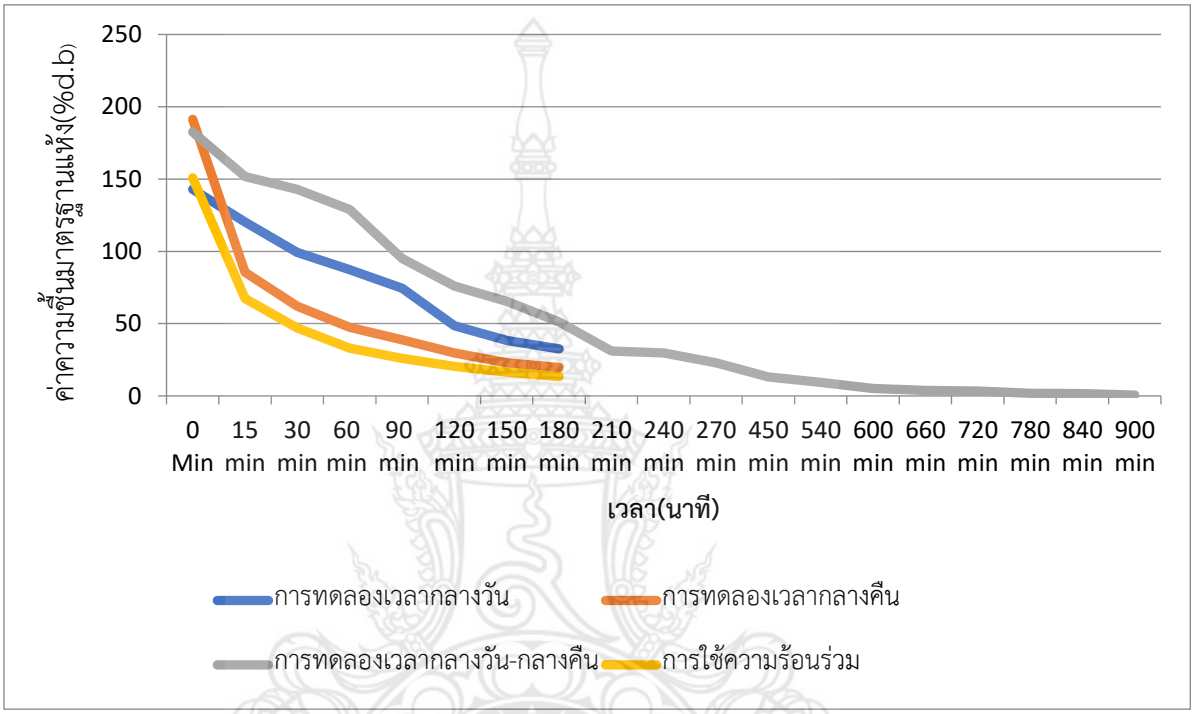
[(0.8397-0.7406)/0.7406] x 100 = 13.3810 % (ค่าความชื้นฐานแห้งในนาทีที่180)



รูปที่ 4.10 กราฟแสดงค่าความชื้นฐานแห้งเฉลี่ยของการทดลองเวลากลางวันโดยใช้ความร้อนร่วม

สรุปจากการทดลองหาค่าความชื้นฐานแห้งได้ของผลการทดลองในเวลากลางวันมีค่าความชื้นฐานแห้งเฉลี่ยเริ่มต้นที่ 142.937 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานแห้ง ลดลงเหลือ 32.5277 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานแห้ง โดยค่าความชื้นฐานแห้งที่สูญเสียไปมีค่าเท่ากับ 109.65 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานแห้ง, ผลการทดลองเวลากลางคืนที่ใช้ความร้อนจากหลอดฮีทเตอร์อินฟราเรดมีค่าความชื้นฐานแห้งเฉลี่ยเริ่มต้นที่ 191.318 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานแห้งลดลงเหลือ 19.658 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานแห้ง โดยค่าความชื้นฐานแห้งที่สูญเสียไปมีค่าเท่ากับ 171.66 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานแห้ง, การทดลองเวลากลางวัน-กลางคืนโดยที่เวลากลางวันจะใช้พลังงานแสงอาทิตย์และเวลากลางคืนจะใช้พลังงานจากหลอด ฮีทเตอร์อินฟราเรด มีค่าความชื้นฐานแห้งเฉลี่ยเริ่มต้นที่ 182.59 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานแห้ง ลดลงเหลือ 51.16 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานแห้งในนาทีที่ 180 และค่าความชื้นฐานแห้งจะลดลงไปเหลือ 0.943

เปอร์เซ็นต์มาตรฐานแห้ง ในนาทีที่ 930, การทดลองตอนกลางวันโดยใช้ความร้อนจากหลอดฮีทเตอร์อินฟราเรดเป็นแหล่งความร้อนร่วมมีค่าความชื้นฐานแห้งเฉลี่ยเริ่มต้นที่ 150.786 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานแห้งลดลงเหลือ 12.797 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานแห้ง จะเห็นได้ว่าผลของการทดลองตอนกลางคืนมีค่าความชื้นฐานแห้งลดลงมากที่สุดในช่วงระยะเวลาเดียวกันในนาทีที่ 180 ดังแสดงในรูปที่ 4.11

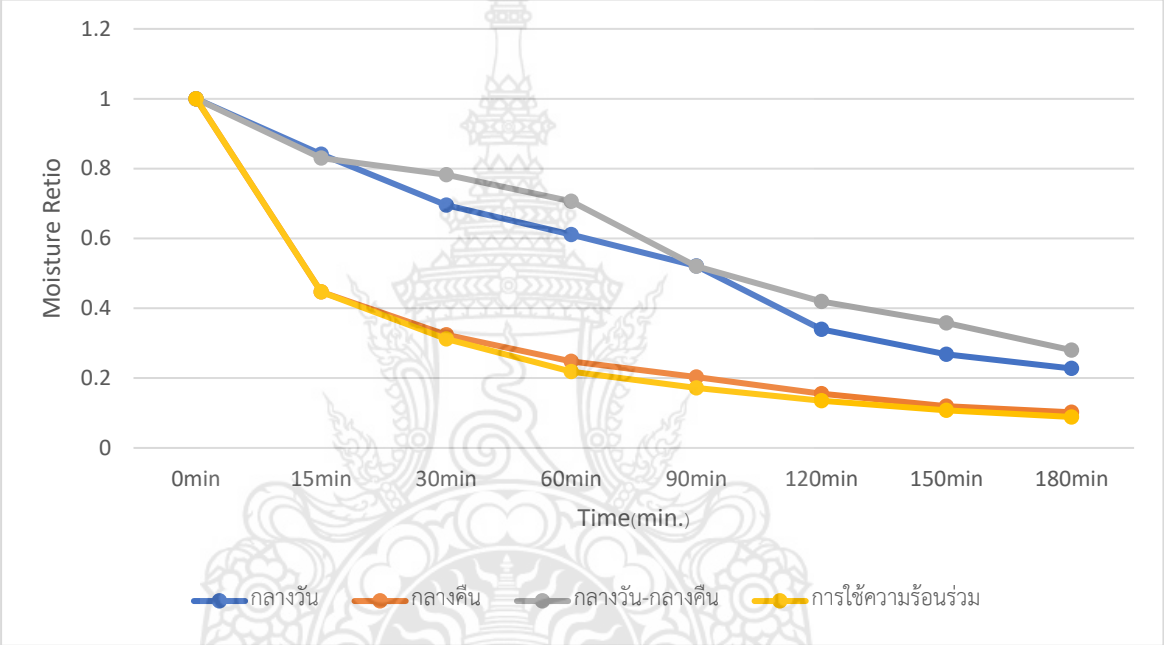


รูปที่ 4.11 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าความชื้นฐานแห้งเฉลี่ยของการทดลองอบกล้วยน้ำว้าทั้ง 4 วิธี

4.3 ค่าอัตราส่วนความชื้น (Moisture Ratio)

การเปรียบเทียบกราฟแสดงค่าอัตราส่วนความชื้นมาตรฐานแห้งของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ระหว่างผลการทดลองเวลากลางวันที่ใช้ความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์, เวลากลางคืนที่ใช้ความร้อนจากหลอดฮีทเตอร์อินฟราเรด, เวลากลางวันที่ใช้ความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์-กลางคืนที่ใช้ความร้อนจากหลอดฮีทเตอร์อินฟราเรดและเวลากลางวันที่ใช้ความร้อนจากหลอดฮีท-เตอร์อินฟราเรดเป็นแหล่งความร้อนร่วม ในการทดลองเพื่อหาอัตราส่วนความชื้นโดยใช้กล้วยน้ำหนักประมาณ 20 กรัม และจะเก็บข้อมูลทุก ๆ 15-20 นาที และเมื่อน้ำหนักลดน้อยลงจะเปลี่ยนการจัดเก็บข้อมูลเป็นทุก ๆ 30-60 นาที เป็นเวลา 180 นาที โดยผลการทดลองเวลากลางวันมีอัตราส่วนความชื้นสุดท้ายเท่ากับ 0.2275 เวลากลางคืนมีอัตราส่วนความชื้นสุดท้ายเท่ากับ 0.102 เวลา

กลางวัน-เวลากลางคืนมีอัตราส่วนความชื้นสุดท้ายเท่ากับ 0.28และเวลากลางวันโดยใช้ความร้อนจากหลอดฮีทเตอร์อินฟราเรดเป็นแหล่งความร้อนร่วมมีอัตราส่วนความชื้นสุดท้ายเท่ากับ 0.0887 ซึ่งจากรูปที่ 4.12 การทดลองเวลากลางวัน-กลางคืนมีอัตราส่วนความชื้นมากที่สุดและมีค่าใกล้เคียงกับการทดลองเวลากลางวัน เนื่องจากเป็นการอบแห้งโดยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบปกติแต่การทดลองตอนกลางคืนที่ใช้ความร้อนจากหลอดฮีทเตอร์อินฟราเรดกับการทดลองตอนกลางวันโดยใช้พลังงานความร้อนร่วมนั้นใช้พลังงานความร้อนจากหลอดฮีทเตอร์อินฟราเรดจึงได้ผลที่ใกล้เคียงกัน



รูปที่ 4.12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนความชื้นกับเวลาในการอบกล้วยทั้ง 4 รูปแบบ

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย

5.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นไปที่การศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ให้สามารถใช้ได้ในเวลากลางคืน สามารถเร่งความเร็วในการผลิตกล้วยน้ำว้าและลดการใช้ระยะเวลาในการอบแห้งจากระยะเวลาประมาณ 3-5 วัน ให้เหลือระยะเวลาประมาณ 1-3 วัน โดยจากการทดลองเครื่องอบแห้งที่ใช้พลังงานความร้อนจากหลอดฮีทเตอร์อินฟราเรด สามารถลดระยะเวลาในการอบแห้งได้ดีกว่าเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบปกติ และสามารถใช้แหล่งพลังงานความร้อนจากหลอดฮีทเตอร์อินฟราเรดที่ติดตั้งอยู่ภายในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการอบแห้งโดยใช้พลังงานความร้อนร่วมได้ตลอดทั้งกลางวันและกลางคืน ซึ่งผู้วิจัยคาดว่าในอนาคตแผงโซล่าเซลล์จะสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้เพียงพอต่อการใช้งาน

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. พลังงานที่เก็บสะสมจากแผงโซล่าเซลล์ตอนกลางวันในแบตเตอรี่ 1 ลูกไม่เพียงพอต่อการใช้งานใน 1 คืน

2. ความคุ้มค่าต่อการใช้งาน

เนื่องจากการอบกล้วยน้ำว้าโดยใช้เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบปกติจะตากกล้วยได้ครั้งละประมาณ 30 ลูกต่อครั้ง ซึ่ง 1 ครั้งจะใช้เวลาตากประมาณ 3 วัน แต่การอบกล้วยน้ำว้าโดยใช้เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบใช้หลอดฮีทเตอร์อินฟราเรด จะใช้เวลาตากประมาณ 2 วัน เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบปกติใน1เดือน จะผลิตกล้วยอบแห้งได้ประมาณ 300 ลูกต่อเดือนเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบใช้หลอดฮีทเตอร์อินฟราเรดจะผลิตกล้วยอบแห้งได้ประมาณ 450 ลูกต่อเดือน

เอกสารอ้างอิง

[1] โครงการปรับปรุงแผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์จากภาพถ่ายดาวเทียมสำหรับประเทศไทย ปี 2560, (2560) สืบค้นเมื่อวันที่ 18 มกราคม 2563, จาก https://www.dede.go.th/search_result.php

[2] สมชาติ โสภณรณฤทธิ์ (2540). การอบแห้งเมล็ด พืชและอาหารบางประเภท, กรุงเทพฯ : โครงการ ส่งเสริมการสร้างตำรา สถาบันเทคโนโลยีพระจอม เกล้าธนบุรี.

[3] การุณ เลาะมาน 2548. คุณลักษณะเครื่องอบแห้งแบบหมุนควงโดยมีผิวลูกคลื่น. ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต. บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ. 18 น.

[4] อีลีหย๊ะ สนิโซ, ฟามีรา สะอุดี, รัชดาภรณ์ ฮานาฟี, “สภาวะที่เหมาะสมและแบบจำลองจลนพลศาสตร์การอบแห้งหมากด้วยพลังงานความร้อนร่วม,” วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา, ปีที่ 7, ฉบับที่ 2 ,หน้าที่ 109 ,กรกฎาคม – ธันวาคม. 2555.

[5] Exell, R.H.B., Kornsakoo, S., 1976. A low-cost solar rice dryer. Approprite Technology, 5, 23-25.

[6] Wibulswas, P., Opaskiatkul, S. Hanpadungthum, S., 1977. Performance of a solar cabinet dryer, Proceeding of Renewable Energy and Application, Bangkok.

[7] วัฒนพงษ์ รักษ์วิเชียร, เจตน์ เม่นคำ, และคณะ(2529). การศึกษาคุณภาพของกล้วยตากที่ได้จากตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดใหญ่, มหาวิทยาลัยนเรศวร

[8] วัฒนพงษ์ รักษ์วิเชียร และคณะ. (2544). เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์เพื่อใช้ในการแปรรูปผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร. พิษณุโลก: ภาควิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

[9] สินศุภา จุ้ยจุลเจิม, “การออกแบบและพัฒนาตู้อบลมร้อนพลังงานแสงอาทิตย์,” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครทรวิโรฒ องครักษ์, 2545

[10] ศิรินุช จินดารักษ์. (2546). พลังงานแสงอาทิตย์. ในเอกสารประกอบการสอน วิชา 260311 เทคโนโลยีพลังงาน. พิษณุโลก: ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

[11] อนันต์ พงศ์ธรกุลพานิช และคณะ. (2548). การออกแบบเครื่องอบแห้งกระดาษสา. พิษณุโลก: วิทยาลัยพลังงาน. พิษณุโลก: ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

[12] เผชิญ จันทร์สา, บัณฑิตลิ้มมีโชคชัยและ จำนง สรพิพัฒน์.(2550). การศึกษาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ในประเทศไทย: สมรรถนะเชิงพลังงานและแนวทางการส่งเสริม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีปทุม

[13] Ahmad Ghazafari, Lope Tabil Jr, et al. (2003). Technical Note Evaluation a Solar Dryer for in-shell Drying of Split Pistachio Nuts.

[14] Keawsuntia, Y. (2014). “Experimental Investigation of Active Solar Dryer for Drying of Chili.” Advanced Materials Research 16: 953-954

[15] นาฟีละห์ กาแม, อามีเนาะห์ ดือราซอ, อดุลย์สมาน สุขแก้ว, สมกรณ์ ชัยวรากรณ์ และสุนิตย์ โรจนสุวรรณ, “การพัฒนาตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์-ลมร้อนสำหรับการทำแห้งกล้วย,” เวทีการนำเสนอผลงานวิจับด้านวิทยาศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ประจำปี 2560, 13-14 กุมภาพันธ์ 2560 ณ อาคาร 30 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช, 2560, หน้า 181-186.

ไม่มีเนื้อหาจากต้นฉบับ

ประวัติการศึกษา

ชื่อ นามสกุล กิตติพัฒน์ ศรีเจริญ

วัน เดือน ปีเกิด 15 มิถุนายน 2541

ภูมิลำเนา 48/9 ซอยรามคำแหง 2 ซ.23 แยก 9 แขวงดอกไม้ เขตประเวศ จังหวัดกรุงเทพมหานคร 10250

ประวัติการศึกษา

วุฒิการศึกษา	**ชื่อสถาบัน**	**ปีที่สำเร็จการศึกษา**
มัธยมศึกษา	สิริรัตนาธร	2558
ประถมศึกษา	บ้านหนองบอน(นัยนานนท์อนุสรณ์)	2552

ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้ **Kittipatjack@gmail.com**

ชื่อ นามสกุล กิตติพงศ์ ศรีเจริญ

วัน เดือน ปีเกิด 15 มิถุนายน 2541

ภูมิลำเนา 48/9 ซอยรามคำแหง 2 ซ.23 แยก 9 แขวงดอกไม้ เขตประเวศ จังหวัดกรุงเทพมหานคร 10250

ประวัติการศึกษา

วุฒิการศึกษา	**ชื่อสถาบัน**	**ปีที่สำเร็จการศึกษา**
มัธยมศึกษา	สิริรัตนาธร	2558
ประถมศึกษา	บ้านหนองบอน(นัยนานนท์อนุสรณ์)	2552

ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้ **Kittipong.scr98@gmail.com**