ด้วยอภินันทนาการจาก
จำนวน 1 เล่ม
วันที่ 11 ส.ค. 2556

รายงานการวิจัย

เครื่องอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลม

Solar Wind Tunnel Dryer

นายฆอซาฟี กาเต๊ะ
นายบือราเฮง ยูโซ๊ะ

รายงานวิจัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
2555

ใบรับรองการวิจัยสิ่งแวดล้อม

โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (สาขาวิชาวิทยาศาสตร์)

เรื่อง เครื่องอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลม

Solar Wind Tunnel Dryer

ผู้วิจัย นายฆอซาฟี กาเต๊ะ รหัส 514273005

นายบือราเฮง ยูโซ๊ะ รหัส 514273023

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

คณะกรรมการที่ปรึกษา

.....ประธานกรรมการ

(ดร.สุชีวรรณ ยอยรู้รอบ)

.....กรรมการ

(นายเสรี เรืองดิษฐ์)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ

(นางสาวนัดดา โปดำ)

.....กรรมการ

(นางสาวหิรัญวดี สุวิบูรณ์)

.....กรรมการ

(นายกมลนาวิน อินทนูจิตร)

.....กรรมการ

(นายเสรี เรืองดิษฐ์)

.....กรรมการ

(ดร.สุชีวรรณ ยอยรู้รอบ)

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา รับรองแล้ว

.....

(ดร.พิพัฒน์ ลิมปนะพิทยาธร)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่งต่อ ดร.สุชีวรรณ ยอยรู้รอบ และนายเสรี เรืองดิษฐ์ อาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัยในครั้งนี้ ที่ให้ความกรุณาและเสียสละเวลาให้คำปรึกษาตลอดความช่วยเหลือต่าง ๆ ในการศึกษางานวิจัย การเขียนและตรวจรายงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณคณาจารย์โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมที่ได้ถ่ายทอดความรู้ที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยนี้

ขอขอบคุณนักวิทยาศาสตร์คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและคณะเทคโนโลยีการเกษตร ที่ให้ความช่วยเหลือในเรื่องอุปกรณ์เครื่องมือ ตลอดการทำวิจัย

ขอขอบคุณคุณศูนย์วิทยาศาสตร์ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ในการดำเนินการวิจัย

ขอบพระคุณพ่อแม่ที่เล็งเห็นถึงความสำคัญของการศึกษาและสนับสนุนทุนการศึกษา

ขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่คอยให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจเสมอมา

ฆอซาฟี กอเต๊ะ

บือราเฮง ยูโซ๊ะ

ธันวาคม 2555

เลขทะเบียน 113018
วันที่ 2
เลขเรียกหนังสือ 621.47 ฆ197ก

ชื่อเรื่อง	เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลม
ผู้วิจัย	นายฆอซาฟี กาเต๊ะ
	นายบือราเฮง ยูโซ๊ะ
โปรแกรมวิชา	วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
ปีการศึกษา	2555
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.สุชีวรรณ ยอยรู้รอบ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	นายเสรี เรืองดิษฐ์

บทคัดย่อ

การศึกษาประสิทธิภาพการใช้เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลม โดยใช้พริกขี้หนูเป็นตัวทดสอบ จากผลการศึกษาพบว่า เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลม ใช้ระยะเวลาในการอบ 7 วัน ในขณะที่การตากแบบธรรมดาใช้ระยะเลา 8 วัน ดังนั้นการใช้เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลมสามารถลดระยะเวลาในการตากแห้งได้ร้อยละ 12.5 ค่าความชื้นของพริกที่ผ่านกระบวนการอบแห้งลดลงจาก ร้อยละ 59.84 ± 2.86 เหลือเพียง ร้อยละ 7.40 ± 1.07 และสีของพริกเมื่อวัดด้วยเครื่อง Hunter lab พบว่าค่าความสว่างของพริก (L*) ค่าสีแดง (A*)และค่าสีเหลือง (B*) เท่ากับ 33.86 20.38 และ 19.67 ตามลำดับ ซึ่งจากการเปรียบเทียบสีของพริกที่ผ่านการอบด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลม และการตากแห้งแบบธรรมดา พบว่าสีของพริก ที่ผ่านการอบด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลมมีสีสดกว่าและพบว่ามีสีใกล้เคียงกับสีของพริกแห้งที่ขายตามท้องตลาด

Environment Research	Solar wind tunnel dryer
Researchers	Mr. Khosafi Katek
	Mr. Bueraheng Yusoh
Study Programed	Environmental Science
Academic Year	2012
Advisor	Mrs. Sucheevan Yoyrurob
	Mr. Saeree Reongdit

Abstract

The study of the efficiency for using the solar tunnel dryer which used solar energy, by using hot chili to be as the tester and from the study result found the period to use solar tunnel dryer for drying is 7 days. While taking an airing is used for 8 days. So, the solar tunnel dryer can decrease to dry out is 12.5 percent. The moisture content chili to process for drying is more decreasing in 59.84 ± 1.07 and the chili's color was measured by using Hunter lab machine found the brightness color of chili (L*)the redness value (A*)and the yellow value (B*) is 33.86, 20.38 and 19.67 respectively. For the comparison of chili color which processed by using the solar tunnel dryer and general drying method found that chili's color which processed by using the solar tunnel dryer is brighter than general drying method. The chili's color resemble of pepper that sell in the market.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อ	ข
Abstract	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ตัวแปร	2
1.4 สมมติฐาน	2
1.5 ขอบเขตการวิจัย	2
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ	3
1.7ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.8 ระยะเวลาการดำเนินการ	4
บทที่ 2 ทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 ทฤษฎีการอบแห้ง	5
2.2 พลังงานแสงอาทิตย์	18
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	25
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	29
3.1 วัสดุและอุปกรณ์	29
3.2 การพัฒนาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลม	30
3.3 การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลม	31
บทที่ 4 ผลและอภิปรายผล	33
4.1 การพัฒนาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลม	33
4.2 การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลม	33

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 40
5.1 สรุปการวิจัย 40
5.2 ข้อเสนอแนะ 40
บรรณานุกรม
ภาคผนวก
ภาพผนวก ก เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลมและการตากแบบธรรมดา ผก-1
ภาพผนวก ข การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลม ผข-1

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ชั่วโมงสงอาทิตย์สูงสุดในแต่ละวัน	20
2.2	เปรียบเทียบการใช้การอบแห้งด้วยแสงอาทิตย์และแหล่งความร้อนจากเชื้อเพลิงอื่น	25
4.1	เปรียบเทียบอุณหภูมิระหว่างเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์กับอุณหภูมิอากาศภายนอกแต่ละวัน	34
4.2	เปรียบเทียบอุณหภูมิระหว่างเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลมกับอุณหภูมิอากาศภายนอกรายสัปดาห์	35
4.3	เปรียบความชื้นระหว่างการใช้ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลมกับตากธรรมดา	37
4.4	การเปรียบเทียบค่าของ L* (ค่าความสว่าง) A* (สีแดง) B* (สีเหลือง) ของพริกที่ผ่านการอบแห้งโดยใช้เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลม ตากธรรมดา และพริกตามตลาด	38

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	เส้นกราฟของการอบแห้ง	6
2.2	การตากแห้งด้วยแสงอาทิตย์แบบธรรมชาติ	9
2.3	เครื่องอบแห้งแบบรับแสงอาทิตย์โดยตรง ชนิดอุโมงค์หลังคาโค้ง	10
2.4	เครื่องอบแห้งแบบใช้แผงรับแสงอาทิตย์ (Indirect)	10
2.5	เครื่องอบแห้งแสงอาทิตย์แบบผสม	11
2.6	การอบแห้งแบบ Passive แบบต่าง ๆ	12
2.7	เครื่องอบแห้งแบบใช้แผงรับความร้อนโดยใช้พัดลมดูดอากาศร้อนเพื่อลดความชื้นผลิตภัณฑ์	13
2.8	เครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์โดยใช้เซลล์แสงอาทิตย์เป็นพลังงานขับพัดลม	13
2.9	เครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์แบบแผงรับแสงอาทิตย์	14
2.10	ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับหัวเผาความร้อน	14
2.11	ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับชีวมวล	15
2.12	ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมฮีตเตอร์ไฟฟ้า	15
2.13	แผนผังการอบแห้งโดยใช้ลมร้อน	16
2.14	เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย	17
2.15	แสดงพลังงานของดวงอาทิตย์นอกโลกและที่กระทบบนพื้นโลกที่ความยาวคลื่นต่าง ๆ	18
2.16	ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย	19
2.17	กราฟรูประฆังคว่ำแสดงถึงปริมาณแสงอาทิตย์ที่ได้รับในแต่ละชั่วโมงของวัน	21
3.1	เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์	31
4.1	การเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยในรอบวันอุณหภูมิอากาศภายในและภายนอกเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลมในแต่ละวัน	34
4.2	เปรียบเทียบอุณหภูมิระหว่างอุณหภูมิอากาศภายในและภายนอกเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ราย สัปดาห์	36

4.3 เปรียบความชื้นระหว่างการใช้ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลมกับตากธรรมดา 37

4.4 ค่าของ L* A* B* ของพริกที่ผ่านการอบแห้ง ตากธรรมดา และพริกแห้งตามตลาด 39

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและสาเหตุของปัญหา

ประเทศไทยนับว่าเป็นประเทศเกษตรกรที่มีการส่งออกผลผลิตทางการเกษตรรายสำคัญของโลก ทั้งผลผลิตในรูปแบบสดและผลผลิตที่ผ่านกระบวนแปรรูป ซึ่งอุตสาหกรรมการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรเหล่านี้ล้วนแล้วต้องใช้พลังงานในกระบวนการผลิต เช่น อุตสาหกรรมการอบแห้ง มักใช้พลังงานจำพวก ฟืน ไฟฟ้า น้ำมันเตาเป็นต้น เป็นเชื้อเพลิง ซึ่งพลังงานเหล่านี้ใช้ต้นทุนสูง และยังส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วย ดังนั้นเพื่อลดต้นทุนในการใช้พลังงานเหล่านี้จึงมีความสนใจที่จะนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ในกระบวนการอบแห้ง ซึ่งเป็นพลังงานทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจ เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศที่ได้รับพลังงานจากแสงอาทิตย์เฉลี่ยตลอดทั้งปี (ธีระศักดิ์, 2552)

พลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานจากธรรมชาติ ที่มีความสะอาดปราศจากการก่อมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมทั้งยังมีปริมาณมากมายมหาศาลอยู่ทั่วทุกหนแห่งของโลก (ธีระศักดิ์, 2552) และสามารถนำมาใช้อย่างไม่หมดสิ้น ดังนั้นหากมนุษย์สามารถนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในอดีตจนถึงปัจจุบันมีใช้การพลังงานแสงอาทิตย์กันอย่างแพร่หลายเพื่อการแปรรูปผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น กระบวนการอบแห้ง โดยในอดีตจะนำเอาผลผลิตออกผึ่งตากแดดกลางแจ้งให้ได้รับแสงอาทิตย์โดยตรง แต่เนื่องจากการตากแห้งมีข้อจากัดคือ ทำให้เกิดการปนเปื้อนจากฝุ่นละออง ไข่แมลงศัตรูพืช เชื้อจุลินทรีย์ และสปอร์ของเชื้อราได้ง่ายทำให้ส่งผลเสียต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เก็บไว้ไม่ได้นานและทำให้เกิดการปนเปื้อน ซึ่งส่งผลเสียต่อผู้บริโภคได้ (ธาตรี, 2554) เพื่อการแก้ปัญหาต่างๆเหล่านี้และปรับปรุงคุณภาพของกระบวนการอบแห้งให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น จึงได้มีการพัฒนาการอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลม ตลอดจนสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการอบวัสดุที่มีอยู่ในท้องถิ่นให้เกิดประโยชน์มากยิ่งขึ้น

แนวคิดกับการพัฒนาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์โดยการทดสอบหาเวลาการอบแห้งและอุณหภูมิมาเปรียบเทียบกับการอบโดยใช้อบแบบธรรมดา เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นและสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการอบแห้งได้

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาเครื่องอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลมและนำมาประยุกต์ใช้ในการอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลม

1.3 ตัวแปร

ตัวแปรต้น : เครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลม

ตัวแปรตาม : ระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง

ตัวแปรควบคุม : พริกขี้หนู

1.4 สมมติฐาน

เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลมสามารถลดระยะเวลาในการอบ ได้ประมาณร้อยละ 25

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1. การพัฒนาเครื่องอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลม

2. การเก็บข้อมูลในการวิจัย เช่น เก็บข้อมูล อุณหภูมิ ความชื้น น้ำหนักและสีของวัสดุที่ใช้ในการอบ ในช่วงเวลา 09.00 น –15.00 น.

3. ศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลมกับการตากแบบธรรมดา

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

การอบแห้ง คือ กระบวนกำจัดความชื้น หรือน้ำ ในผลิตภัณฑ์ ให้ลดลงในค่าที่ยอมรับได้ ซึ่งอาหารหรือผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดจะมีค่าไม่เท่ากัน การกำจัดความชื้นในผลิตภัณฑ์ สามารถทำได้หลายวิธี ขึ้นอยู่กับการเลือกวิธีการ และเครื่องอบแห้ง ของผู้ออกแบบ ซึ่งอยู่ภายใต้เงื่อนไขของการอบแห้งคงที่ เช่น มีอุณหภูมิ ความชื้น ในการเปลี่ยนแปลงมวลและอุณหภูมิของอาหาร

ความชื้น คือ ปริมาณความชื้นที่มีอยู่ในอากาศหรือปริมาณไอน้ำในอากาศ

1.7 ประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัย

1. เป็นเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลมที่สามารถนำไปใช้ในครัวเรือน
2. ผลผลิตที่ได้จากเครื่องอบแห้งมีความสะอาดและปลอดภัยจากฝุ่นละอองมากยิ่งขึ้น
3. เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลมสามารถลดเวลาในการตากแห้ง

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

1.8 ระยะเวลาการดำเนินการวิจัย

ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย ดังแสดงในตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 ระยะเวลาในการทำวิจัย

ขั้นตอนการทำงาน	พ.ศ. 2554		พ.ศ.2555											
	พ.ย	ธ.ค	ม.ค	ก.พ	มี.ค	เม.ย	พ.ค	มิ.ย	ก.ค	ส.ค	ก.ย	ต.ค	พ.ย	ธ.ค
1.สำรวจและศึกษาข้อมูล	←		→											
2.จัดทำแบบเสนอโครงการวิจัย		←		→										
3.พัฒนาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์			←		→									
4.เก็บรวบรวมข้อมูล					←		→							
5.ประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูล						←		→						
6.สรุปผลการวิจัย							←		→					
7 นำเสนอผลการวิจัย							←							→
8.จัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์											←			→

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

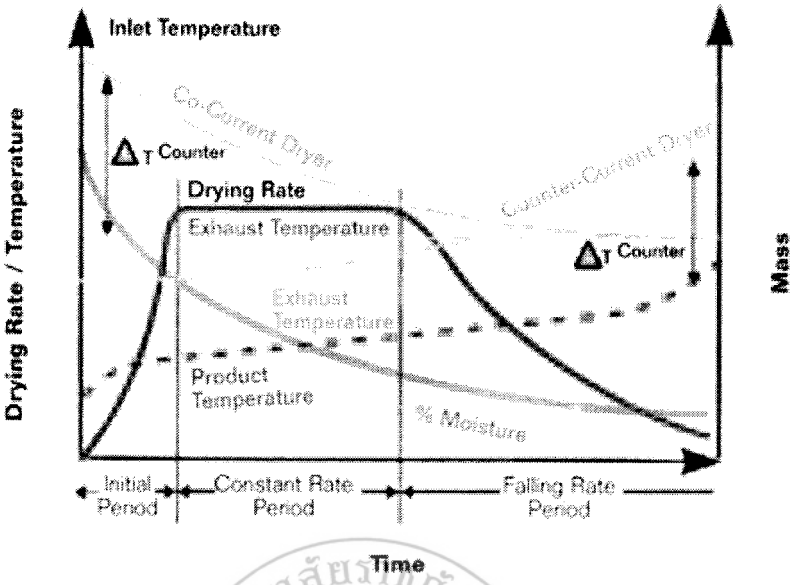
บทที่ 2
เอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีการอบแห้ง

การอบแห้ง (Drying) หมายถึง การให้ความร้อนภายใต้สภาวะการควบคุมเพื่อกำจัดน้ำ และความชื้นที่มีอยู่ในอาหารโดยการระเหยน้ำ ซึ่งวัตถุประสงค์ของการกำจัดน้ำ ความชื้น คือ การยืดอายุการเก็บรักษาอาหาร โดยมีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ และการทำงานของเอนไซม์ นอกจากนั้น การอบแห้งเป็นกระบวนกำจัดความชื้น หรือน้ำ ในผลิตภัณฑ์ ให้ลดลงในค่าที่ยอมรับได้ ซึ่งอาหารหรือผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดจะมีค่าไม่เท่ากัน การกำจัดความชื้นในผลิตภัณฑ์สามารถทำได้หลายวิธี ขึ้นอยู่กับการเลือกวิธีการ และเครื่องอบแห้ง ของผู้ออกแบบ กระบวนการอบแห้งเพื่อลดความชื้นของผลิตภัณฑ์โดยทั่วไปจะเป็นไปตามกราฟของการอบแห้ง (Drying Curve) ซึ่งอยู่ภายใต้เงื่อนไขของการอบแห้งคงที่ เช่น มีอุณหภูมิ ความชื้น และความเร็วลมคงที่ การเปลี่ยนแปลงมวลและอุณหภูมิของอาหารหรือผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการอบแห้งจะมีลักษณะคล้ายคลึงกัน และส่วนใหญ่เป็นไปตามกราฟของการอบแห้งการอบแห้ง

2.1.1 กลไกการอบแห้ง

เมื่ออากาศหรือลมร้อนพัดผ่านหน้าอาหารที่เปียก ความร้อนจะถูกถ่ายเทไปยังผิวของอาหารจะระเหยออกมาด้วยความร้อนแฝงของการเกิดไอ ไอน้ำจะแพร่ผ่านฟิล์มอากาศและถูกพัดพาไปโดยลมร้อนที่เคลื่อนที่ สภาวะดังกล่าวจะทำให้ความดันไอที่ผิวหน้าของอาหารต่ำกว่าความดันไอด้านในอาหาร เป็นผลให้เกิดความแตกต่างของความดันไอน้ำ อาหารชั้นด้านในจะมีความดันไอสูงและค่อยๆ ลดต่ำลงเมื่อชั้นอาหารเข้าใกล้อากาศแห้ง ความแตกต่างนี้ทำให้เกิดแรงดันเพื่อไล่น้ำออกจากอาหาร ดังแสดงในภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 เส้นกราฟของการอบแห้ง

ที่มา : www.thailandindustry.com

การอบแห้งสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ช่วง คือ ช่วงการให้ความร้อนเบื้องต้นแก่วัสดุ (Initial Period) ช่วงการอบแห้งความเร็วคงที่ (Constant Rate Period) และช่วงการอบแห้งความเร็วลดลง (Falling Rate Period)

1. ช่วงการให้ความร้อนเบื้องต้นแก่วัสดุ (Initial Period) ของการอบแห้ง ช่วงนี้ วัสดุที่ใช้ในการอบแห้งมีปริมาณความชื้นอยู่มาก ผิวของวัสดุจะมีลักษณะเปียกชื้นมาก อุณหภูมิพื้นผิวของวัสดุจะมีค่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิกระเปาะเปียกของกระแสลมร้อน ดังนั้น ช่วงเวลานี้ ความร้อนที่ใช้ในการอบแห้งจึงไปเพิ่มอุณหภูมิให้กับวัสดุ ทำให้วัสดุมีอุณหภูมิสูงขึ้น

2. ช่วงการอบแห้งความเร็วคงที่ (Constant Rate Period) จะเป็นช่วงที่สองของการอบแห้ง อุณหภูมิของวัสดุจะมีค่าคงที่ ประมาณอุณหภูมิกระเปาะเปียกของกระแสลม พลังงานความร้อนที่วัสดุได้รับจะใช้ในการระเหยความชื้นของวัสดุเท่านั้น ทำให้อัตราส่วนความชื้นเฉลี่ยของวัสดุจะลดลงเป็นสัดส่วนกับเวลาในการอบแห้ง ดังนั้น ช่วงนี้อัตราการระเหยจะคงที่ (Constant Drying Rate) การคำนวณอัตราการอบแห้งในช่วงนี้ สามารถเขียนเป็นสมการได้ ดังนี้

$$R_c = \frac{h_v}{\lambda}(T_v - T_i) \quad \text{.....(1)}$$

เมื่อ RC คือ อัตราการอบแห้งในช่วงความเร็วคงที่

hv คือ สัมประสิทธิ์การเทความร้อน, w/m2 OC

Tv คือ อุณหภูมิของลมร้อน, OC

Ti คือ อุณหภูมิที่ผิวชิงวัสดุ เท่ากับ TW, OC

จุดสุดท้ายของช่วงการอบแห้งความเร็วคงที่ อัตราเร็วในการอบแห้งจะเริ่มลดลง ความชื้นของวัสดุ ณ เวลานี้ เราเรียกว่า ความชื้นวิกฤต

3. ช่วงการอบแห้งความเร็วลดลง (Falling Rate Period) ช่วงนี้ความชื้นที่ผิวของวัสดุจะเริ่มค่อย ๆ หมดไป เพราะ การถ่ายเทความชื้นจากด้านในของวัสดุเกิดขึ้นไม่ทันกับการระเหยของความชื้นที่ผิวของวัสดุ ดังนั้น ที่ผิวของวัสดุจะเริ่มค่อย ๆ แห้งและอุณหภูมิของวัสดุจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้น ทำให้อัตราการอบแห้งของช่วงนี้จะค่อย ๆ ลดลงนั่นเอง การอบแห้งจะสิ้นสุดลงเมื่อความชื้นของวัสดุลดลงถึงค่าความชื้นสมดุล ซึ่งความชื้นของวัสดุจะไม่ลดลงอีก ถึงแม้จะใช้เวลาในการอบแห้งนานเท่าไดก็ตาม

2.1.2 การถ่ายเทความร้อนมี 3 แบบ

1. การพาความร้อน จะเกิดกับวัตถุดิบที่เป็นของเหลว โดยกระแสความร้อนจะถูกพาผ่านช่องว่างที่เป็น อากาศหรือแก๊สจากของเหลวชนิดหนึ่งไปยังของเหลวอีกชนิดหนึ่ง

2. การนำความร้อน เป็นการถ่ายเทความร้อนจาก โมเลกุลหนึ่งไปยังอีกโมเลกุลหนึ่งที่อยู่ข้างเคียง ซึ่งจะเกิดกับวัตถุดิบที่มีลักษณะเป็นของแข็ง

3. การแผ่รังสี เป็นการถ่ายเทความร้อนโดยการแผ่รังสีความร้อนไปยัง วัตถุดิบซึ่งจะเกิดขึ้นในกรณีอบในสุญญากาศ และการอบแห้งแบบเยือกแข็ง

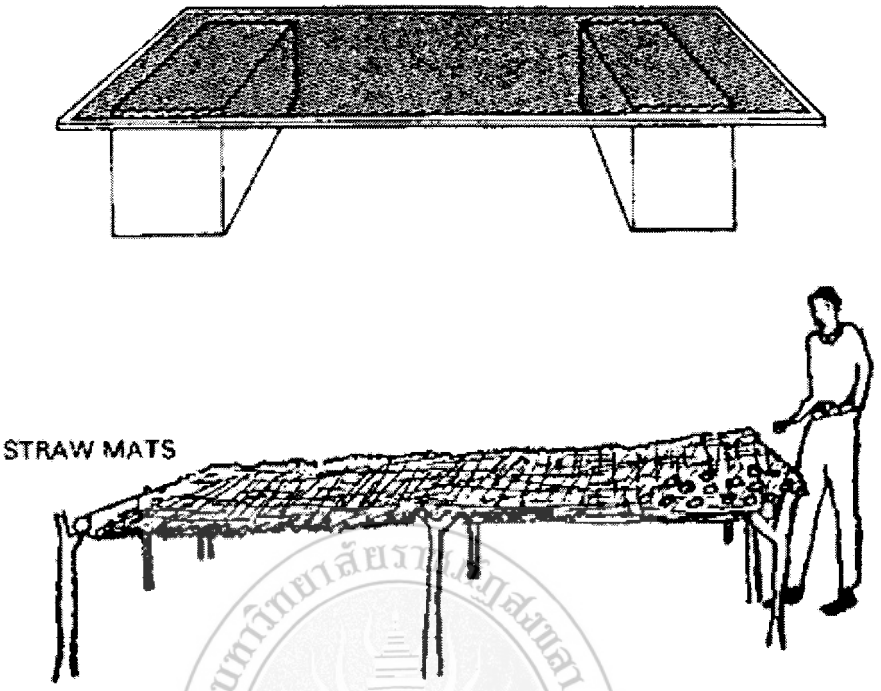
2.1.3 ประเภทการอบแห้ง

2.1.3.1 การอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

การอบแห้งโดยใช้พลังงานเฉพาะจากดวงอาทิตย์ คือระบบที่เครื่องอบแห้งทำงานโดยอาศัยพลังงานแสงอาทิตย์ วัสดุที่อบจะอยู่ในเครื่องอบแห้งที่ประกอบด้วยวัสดุที่โปร่งใส ความร้อนที่ใช้อบแห้งได้มาจากการดูดกลืนพลังงานแสงอาทิตย์ และ หรือเป็นเครื่องอบแห้งชนิดที่วัสดุที่อยู่ภายในได้รับความร้อน 2 ทาง คือ ทางตรงจากดวงอาทิตย์และทางอ้อมจากแผงรับรังสีดวงอาทิตย์ ทำให้อากาศร้อนก่อนที่จะผ่านวัสดุอบแห้ง การหมุนเวียนของอากาศอาศัยหลักการขยายตัวเอง อากาศร้อนภายในเครื่องอบแห้งทำให้เกิดการหมุนเวียนของอากาศ การอบแห้งมีรูปแบบดังนี้

1) การอบแห้งแบบ Passive เป็นระบบแบบไม่อาศัยระบบขับเคลื่อนอากาศ เช่น พัดลม มาช่วยในการหมุนเวียนกระแสอากาศร้อนที่ได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์ อาศัยการเคลื่อนที่แบบธรรมชาติ เครื่องอบแห้งด้วยระบบนี้ ยังแบ่งย่อยได้อีก 4 ชนิด คือ เครื่องอบแห้งโดยธรรมชาติ เครื่องอบแห้งที่รับแสงอาทิตย์โดยตรง (Direct Type) และแบบใช้แผงรับพลังงานแสงอาทิตย์ (Indirect Type) และแบบผสม (Mixed Mode Type)

ก. การตากแห้งโดยธรรมชาติ เป็นแบบที่นิยมใช้กันในระดับครัวเรือนในพื้นที่ชนบทเป็นส่วนใหญ่ มีผลผลิตที่จะตากแห้งไม่มากนัก ประสิทธิภาพต่ำ ใช้ระยะเวลาในการตากแห้งนาน และมักพบสิ่งปนเปื้อนมาก อาศัยวัตถุดิบรับแสงอาทิตย์โดยตรง และอากาศร้อนจะเคลื่อนที่พาความชื้นออกจากวัตถุดิบ โดยวิธีธรรมชาติ การตากแห้งแบบธรรมชาติมักจะประกอบด้วยอุปกรณ์ที่หาได้ง่าย ราคาไม่แพง เช่น ใช้ไม้กระดานเป็นพื้นรองวัตถุดิบ พื้นปูน หรือตะแกรง ดังแสดงในภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 การตากแห้งด้วยแสงอาทิตย์แบบธรรมชาติ

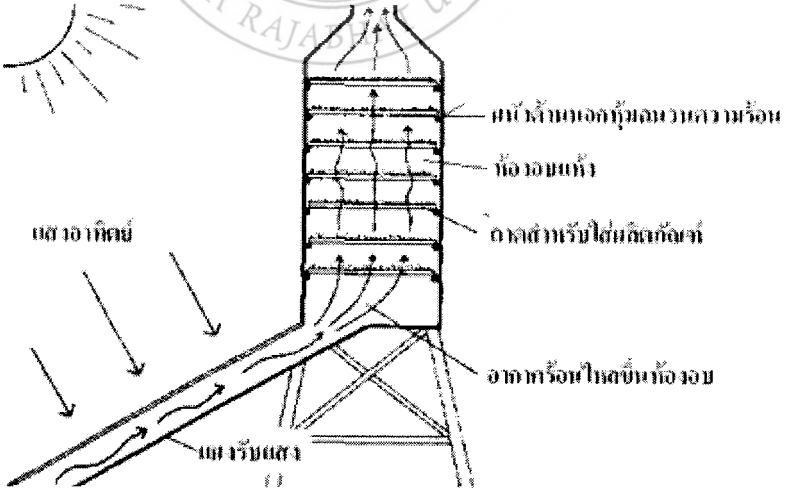
ที่มา : www.thailandindustry.com

ข. เครื่องอบแห้งที่รับแสงอาทิตย์โดยตรง (Direct Type) อบแห้งแบบโดยตรง (Direct Type) การอบแห้งด้วยวิธีนี้อาศัยวัตถุดิบรับพลังงานแสงอาทิตย์โดยตรง วัตถุดิบที่อบแห้งมักจะอยู่ในวัสดุโปร่งใส อากาศภายในเครื่องอบแห้งจะเคลื่อนตัวจากการขยายตัวเมื่อได้รับความร้อนและจะพาความชื้นออกจากวัตถุดิบและหมุนเวียนเพื่อถ่ายเทความชื้นภายในเครื่องอบแห้ง เครื่องอบแห้งแบบนี้อุณหภูมิภายในค่อนข้างสูงอาจสูงกว่า 60 ^{O}C ทำให้เวลาในการอบแห้งจะสั้นลง วัตถุดิบที่อบแห้งสะอาดไม่มีสิ่งบนเปื้อนจากมลภาวะภายนอก รวมถึงแมลงวันและแมลงพาหะต่างๆ ดังแสดงในภาพที่ 2.3

ภาพที่ 2.3 เครื่องอบแห้งแบบรับแสงอาทิตย์โดยตรง ชนิดอุโมงค์หลังคาโค้ง

ที่มา : www.thailandindustry.com

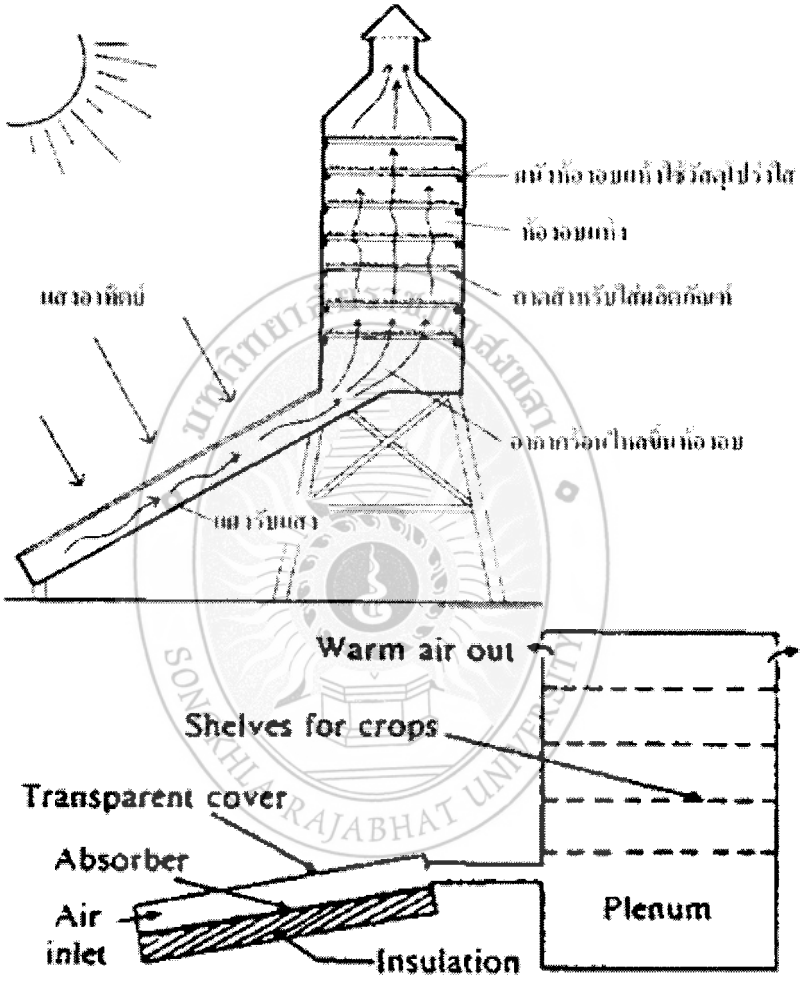
ค. แบบใช้แผงรับพลังงานแสงอาทิตย์ (Indirect Type) เครื่องอบแห้งแบบนี้วัสดุอบแห้งไม่ได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์โดยตรง จะมีแผงรับแสงอาทิตย์ (Solar Collector) ภายในจะมีวัสดุสำหรับดูดกลืนพลังงานแสงอาทิตย์และถ่ายเทไปยังอากาศจนทำให้อากาศร้อนและเคลื่อนที่ไปยังห้องอบแห้งซึ่งภายในบรรจุวัสดุหรือผลิตภัณฑ์ที่ต้องการอบแห้ง ผนังห้องสำหรับอบแห้งมักจะหุ้มฉนวนไว้เพื่อป้องกันการสูญเสียความร้อนออกภายนอก ภายในห้องอบแห้งอาจทำเป็นชั้นหลายๆ ชั้น เพื่อให้บรรจุผลิตภัณฑ์ในการอบแห้งได้มากขึ้น ลักษณะทั่วไปของเครื่องอบแห้งแบบนี้ดังแสดงในภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 เครื่องอบแห้งแบบใช้แผงรับแสงอาทิตย์ (Indirect)

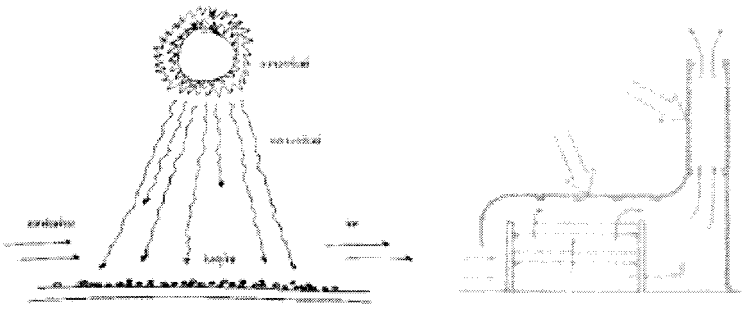
ที่มา : www.thailandindustry.com

ค. เครื่องอบแห้งแบบผสม (Mixed Mode Type) เครื่องอบแห้งแบบนี้จะมีลักษณะคล้ายกับแบบใช้แผงรับความร้อนจากดวงอาทิตย์ ต่างกันตรงห้องอบแห้งจะทำด้วยวัสดุโปร่งใสด้วยเพื่อให้ห้องอบแห้งสามารถรับพลังงานจากดวงอาทิตย์ด้วยหรืออาจกล่าวได้ว่าเครื่องอบแห้งแบบนี้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์สองแหล่งคือจากแผงรับแสงและจากห้องอบแห้ง ดังแสดงในภาพที่ 2.5 และ 2.6

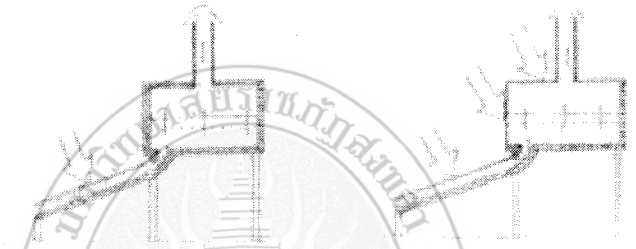


ภาพที่ 2.5 เครื่องอบแห้งแสงอาทิตย์แบบผสม

ที่มา : www.thailandindustry.com



ก) แบบธรรมชาติ ข) แบบโดยตรง



ค) แบบแผงรับแสง ง) แบบผสม

ภาพที่ 2.6 การอบแห้งแบบ Passive แบบต่าง ๆ

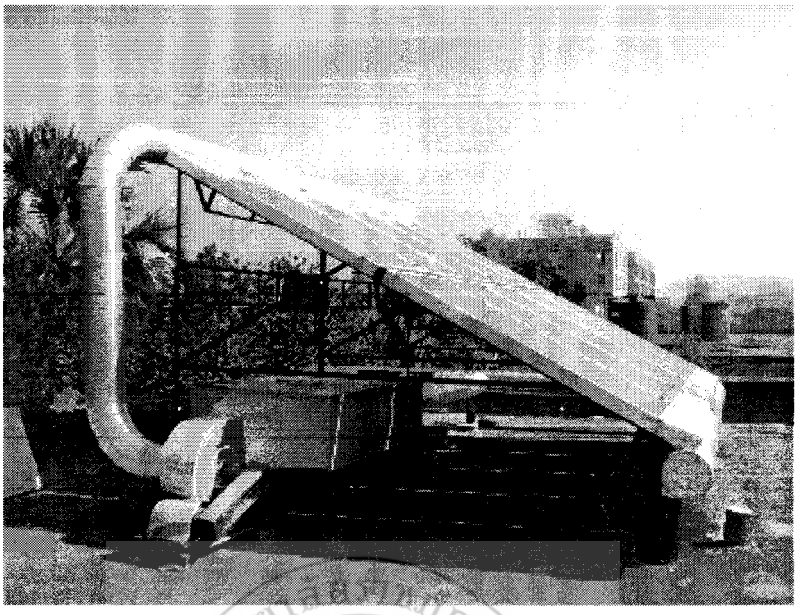
ที่มา : www.dede.go.th/dede/index.php

การนำไปประยุกต์ใช้ โดยทั่วไปแล้วจะใช้ในการอบแห้งวัตถุดิบในทางอุตสาหกรรม เพื่อทำให้ วัตถุดิบแห้ง ก่อนที่จะเริ่มกระบวนการต่อไป

ข้อดี สามารถทำการอบแห้งได้ในอัตราการผลิตที่คงที ประสิทธิ์ในการทำงานสูง ควบคุมการทำงานได้ดี

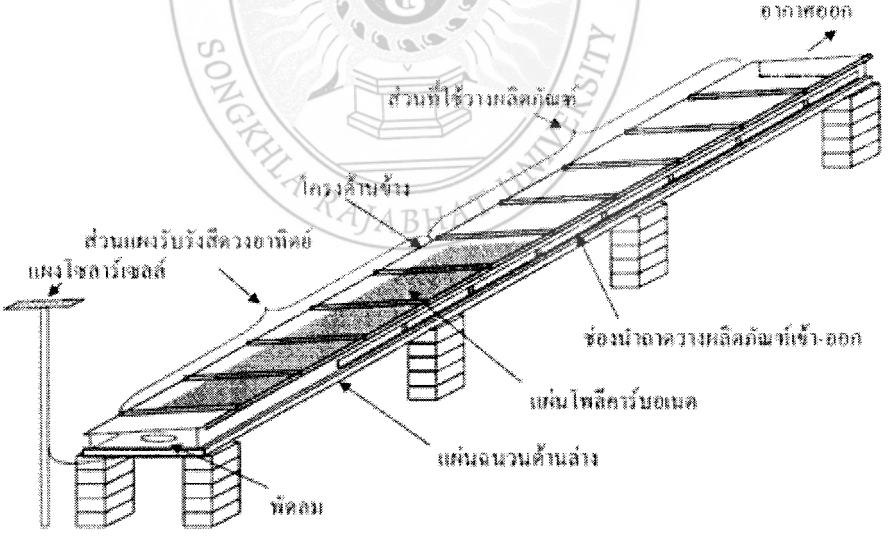
ข้อเสีย สิ้นเปลืองพลังงานมาก เพราะจะต้องใช้พลังงานไฟฟ้าหรือเชื้อเพลิง ในการสร้างความร้อน และหมุน Blower

2) การอบแห้งแบบ Active เป็นระบบหรือเครื่องอบแห้งที่มีเครื่องช่วยให้อากาศเคลื่อนที่ หมุนเวียนในทิศทางที่ต้องการ เช่น พัดลม โดยพัดลมจะทำหน้าที่ดูดอากาศจากภายนอกให้เคลื่อนที่ผ่านอุปกรณ์รับความร้อนจากดวงอาทิตย์และมีการถ่ายเทความร้อนไปยังอากาศให้อากาศเคลื่อนที่ผ่านวัสดุหรือผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการอบแห้งเพื่อลดความชื้นให้เหลือตามต้องการ โดยรูปแบบของเครื่องอบแห้งจะมีลักษณะคล้ายกับแบบ Passive เพียงแต่เพิ่มระบบขับเคลื่อนกระแสอากาศเข้าไปในเครื่องอบแห้ง ดังแสดงในภาพที่ 2.7 ถึงภาพที่ 2.9



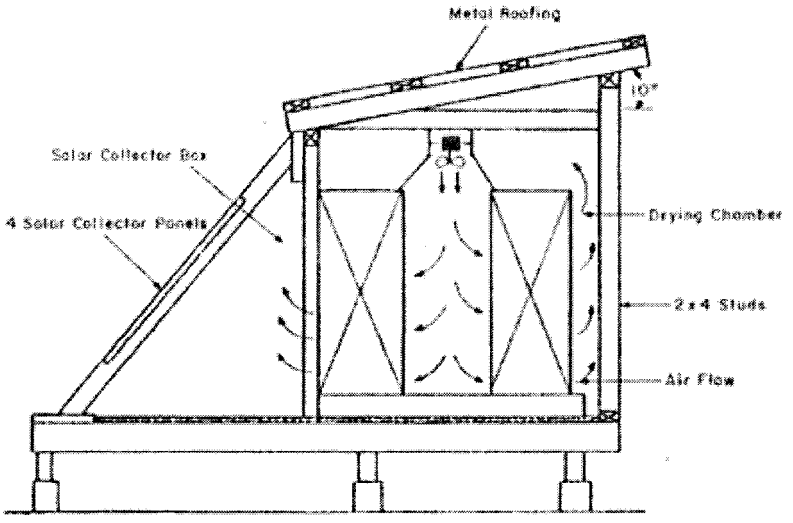
ภาพที่ 2.7 เครื่องอบแห้งแบบใช้แผงรับความร้อนโดยใช้พัดลมดูดอากาศร้อนเพื่อลดความชื้นผลิตภัณฑ์

ที่มา : www.thailandindustry.com



ภาพที่ 2.8 เครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์โดยใช้เซลล์แสงอาทิตย์เป็นพลังงานขับพัดลม

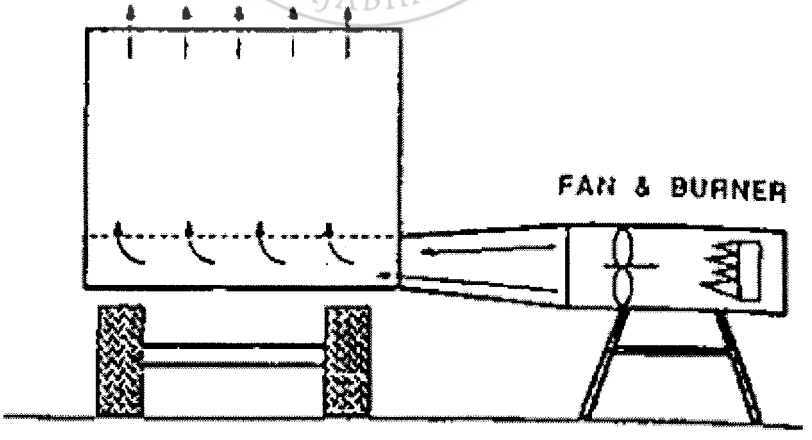
ที่มา : www.thailandindustry.com



ภาพที่ 2.9 เครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์แบบแผงรับแสงอาทิตย์

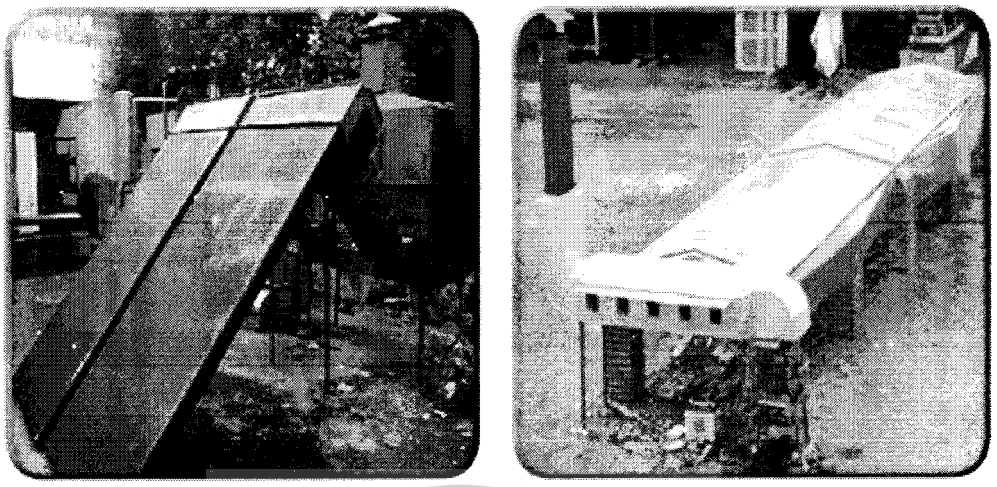
ที่มา : www.dede.go.th/dede/index.php

3) เครื่องอบแห้งแบบ Hybrid เป็นเครื่องอบแห้งที่อาศัยพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ร่วมกับแหล่งความร้อนอื่นในกรณี ที่แสงอาทิตย์ไม่สม่ำเสมอ หรือในบางฤดูที่มีปริมาณแสงแดดน้อย เพื่อให้กระบวนการอบแห้งเป็นไปอย่างต่อเนื่อง หรือแม้แต่ต้องการเพิ่มประสิทธิภาพการอบแห้งให้สูงขึ้น หรือลดระยะเวลาในการอบแห้งลง พลังงานความร้อนที่มักใช้ร่วมกับแสงอาทิตย์ คือ พลังงานไฟฟ้า พลังงานเหลือทิ้งจากแหล่งอื่น พลังงานความร้อนจากชีวมวล หรือแม้แต่แก๊สชีวภาพ แล้วแต่การประยุกต์ใช้งาน ดังแสดงในภาพที่ 2.10 ถึงภาพที่ 2.12



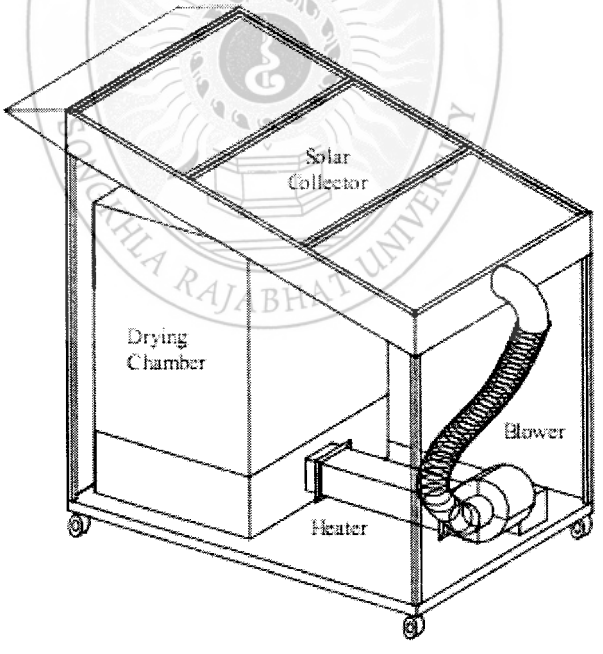
ภาพที่ 2.10 ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับหัวเผาความร้อน

ที่มา : www.thailandindustry.com



ภาพที่ 2.11 ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับชีวมวล

ที่มา : www.thailandindustry.com

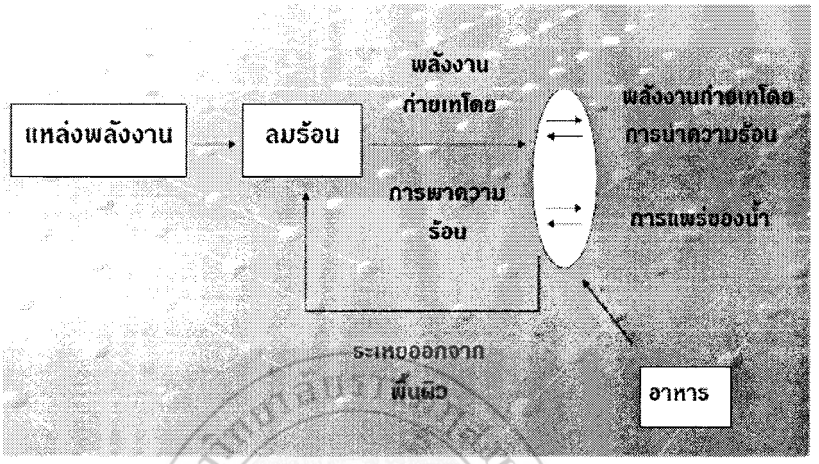


ภาพที่ 2.12 ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมฮีตเตอร์ไฟฟ้า

ที่มา : www.thailandindustry.com

2.1.3.2 การอบแห้งโดยใช้ลมร้อน

ใช้กระแส ลมร้อนสัมผัส กับวัตถุดิบ เช่น ตู้อบลมร้อน (Hot air dryer) โดยจะใช้ Blower ในการเป่าลมร้อน จากแหล่งหลังงานความร้อนคือ Heater ไปยังวัตถุดิบ ดังแสดงในภาพที่ 2.13



ภาพที่ 2.13 แผนผังการอบแห้งโดยใช้ลมร้อน

ที่มา : www.thailandindustry.com

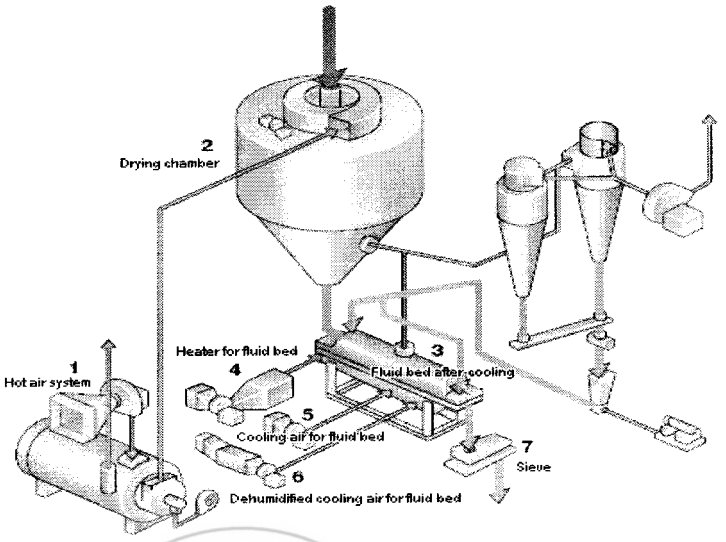
การนำไปประยุกต์ใช้ โดยทั่วไปแล้วจะใช้ในการอบแห้งวัตถุดิบในทางอุตสาหกรรม เพื่อทำให้ วัตถุดิบแห้ง ก่อนที่จะเริ่มกระบวนการต่อไป

ข้อดี สามารถทำการอบแห้งได้ในอัตราการผลิตที่คงที ประสิทธิ์ในการทำงานสูง ควบคุมการทำงานได้ดี

ข้อเสีย สิ้นเปลืองพลังงานมาก เพราะจะต้องใช้พลังงานไฟฟ้าหรือเชื้อเพลิง ในการสร้างความร้อน และหมุน Blower

2.1.3.3 การอบแห้งด้วยการพ่นวัตถุดิบที่เป็นของเหลวไปในลมร้อน

เครื่องอบแห้งแบบ พ่นฝอย (Spray dryer) มีกระบวนการ เริ่มจาก อากาศจะถูกดูดผ่าน filter และผ่านตัวให้ความร้อน จากนั้นจึงเข้าสู่ห้องอบแห้ง (drying chamber) ส่วนวัตถุดิบที่ใช้ spray (feed) ควรมีลักษณะเหลว จากนั้นสารละลายของเหลวจะถูกดูดโดยปั๊มผ่านอุปกรณ์ที่ทำให้เกิดละอองฝอยภาย ในห้องอบและจุดสัมผัสกับอากาศร้อนทำให้เกิดการระเหยของน้ำอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิสูงกว่า อุณหภูมิกระเปาะเปียกเล็กน้อย จะได้ผงผลิตภัณฑ์ที่ตกลงสู่ด้านล่างของ drying chamber และผงบางส่วนที่หลุดมากับอากาศจะถูกแยกโดยใช้ cyclone จนได้ ผลิตภัณฑ์สุดท้ายในกระบวนการอบด้วย spray dryer นั้น ดังแสดงในภาพที่ 2.14



ภาพที่ 2.14 เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย

ที่มา : http://dryer.siam2web.com

การประยุกต์ใช้งาน การใช้งานโดยทั่วไปจะใช้กับวัตถุดิบที่เป็นน้ำเพื่อทำให้เป็นผง ใช้ในกระบวนการผลิตยา เช่น ในอุตสาหกรรมนมผง ไข่ผง กาแฟผง และผงซักฟอก

ข้อดี เหมาะสำหรับการผลิต ผลิตภัณฑ์ที่เป็นผงแห้งจำนวนมาก อุณหภูมิที่ใช้ไม่ต้องสูงมากนัก

ข้อเสีย กระบวนการในการติดตั้งระบบ มีความซับซ้อน

2.1.3.4 การอบแห้งด้วยวิธีอื่นๆ

1) การอบแห้งแบบลูกกลิ้ง (Drum dryer หรือ Roller dryer) การอบแห้งโดยให้วัตถุดิบข้นสัมผัสผิวหน้าของลูกกลิ้งร้อน เครื่องมือที่ใช้คือ

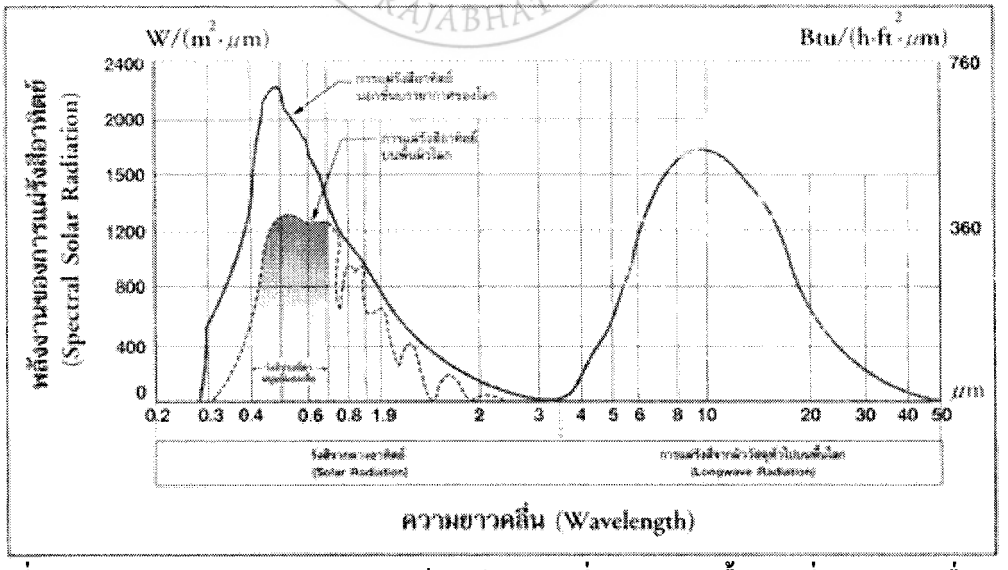
2) การอบแห้งแบบเยือกแข็ง (Freeze dryer) กำจัดความชื้นในวัตถุดิบในสภาพที่ทำน้ำให้เป็นน้ำแข็งแล้วกลาย เป็นไอในห้องสุญญากาศ ซึ่งเป็นการทำให้วัตถุดิบแห้งแบบเยือกแข็ง

3) การอบแห้งโดยใช้ไมโครเวฟ (Microwave) หลักในการทำวัตถุดิบให้แห้ง ลดความชื้นในวัตถุดิบคือจะต้องไล่น้ำหรือความชื้นที่มีอยู่ในผลิตผลการเกษตรออกไป แต่จะยังมีความชื้นเหลืออยู่ในผลิตภัณฑ์มากน้อยแล้วแต่ชนิด

2.2 พลังงานแสงอาทิตย์

พลังงานแสงอาทิตย์ เป็นพลังงานทดแทนประเภทหมุนเวียนที่ใช้แล้วเกิดขึ้นใหม่ได้ตามธรรมชาติ เป็นพลังงานที่สะอาด ปราศจากมลพิษ และเป็นพลังงานที่มีศักยภาพสูง ซึ่งมีดวงอาทิตย์ถือเป็นแหล่งกำเนิดพลังงานที่สำคัญที่สุดทั้งทางตรงและทางอ้อมให้แก่โลก พลังงานที่ดวงอาทิตย์ให้แก่โลกทางตรงคือแสงสว่าง ซึ่งมีผลทำให้เกิดความร้อน สร้างความอบอุ่นให้แก่โลก พลังงานทางอ้อมคือดวงอาทิตย์ทำให้สิ่งมีชีวิตดำรงชีพอยู่ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับพืชที่เจริญเติบโตโดยอาศัยการสังเคราะห์แสง ขณะที่มนุษย์ได้อาศัยพลังงานจากต้นไม้ คือการนำมาทำเป็นฟืนและถ่าน นอกจากนั้นเมื่อพืชและสัตว์ตายทับถมกันเป็นเวลานาน ๆ จะกลายเป็นถ่านหินปิโตรเลียม ซึ่งสามารถนำหลักการย่อยสลายของพืชมาทำเป็นก๊าซชีวภาพได้อีกด้วย

พลังงานจากดวงอาทิตย์มีความร้อนอยู่ในแสงอาทิตย์ โดยปกติแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนพื้นโลกจะประกอบด้วยรังสีต่าง ๆ 3 ช่วง คือ อัลตราไวโอเลต (UV) เป็นช่วงรังสีที่ฆ่าเชื้อโรคบางชนิดได้ ทำให้เกิดโรคมะเร็งได้ และจะทำให้สีซีดจาง อัตราไวโอเลตมีประมาณ 3% ของแสงแดด ช่วงที่สอง คือ แสงสว่าง ทำให้เราสามารถมองเห็นสิ่งต่าง ๆ ได้ และช่วงสุดท้าย คือ อินฟราเรด (Infrared) เป็นช่วงที่มีความสำคัญต่อการอบแห้งหรือตากแห้ง เพราะช่วงนี้จะทำให้เกิดความร้อนขึ้น ซึ่งมีปริมาณมากถึง 53% ของแสงแดด พลังงานที่ปลดปล่อยจากดวงอาทิตย์และเคลื่อนที่มายังบรรยากาศนอกโลกอันที่จริงมีปริมาณสูงมากแต่จะถูกบรรยากาศเหนือพื้นโลกดูดซับบางส่วนและเหลือประมาณ 800-1000 วัตต์ต่อตารางเมตร ดังแสดงในภาพที่ 2.15



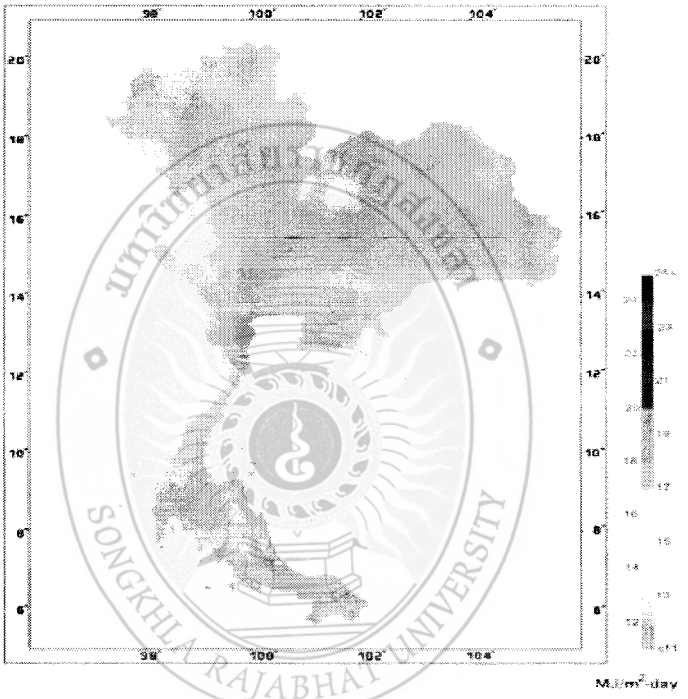
ภาพที่ 2.15 แสดงพลังงานของดวงอาทิตย์นอกโลกและที่กระทบบนพื้นโลกที่ความยาวคลื่นต่าง ๆ

ที่มา : www.thailandindustry.com

2.2.1 ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย

ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของพื้นที่แห่งหนึ่งจะสูงหรือต่ำขึ้นกับปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบพื้นที่นั้นโดยบริเวณที่ได้รับรังสีดวงอาทิตย์มากก็จะมีศักยภาพในการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้สูง

ประเทศไทย ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ในบริเวณต่าง ๆ โดยเฉลี่ยทั้งปีสามารถแสดงได้ด้วยแผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์เฉลี่ย ดังแสดงในภาพที่ 2.16



ภาพที่ 2.16 ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย

ที่มา : www.dede.go.th/dede /index.php

จากภาพจะเห็นว่าบริเวณที่มีศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์สูงแผ่เป็นบริเวณกว้างทางตอนล่างของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และตอนบนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่จังหวัดอุดรธานี รวมทั้งบางส่วนของภาคกลาง สำหรับส่วนที่เหลือจะมีศักยภาพลดหลั่นกันตามที่แสดงในแผนที่ (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2542)

2.2.2 ชั่งโมงปริมาณแสงอาทิตย์สูงสุด

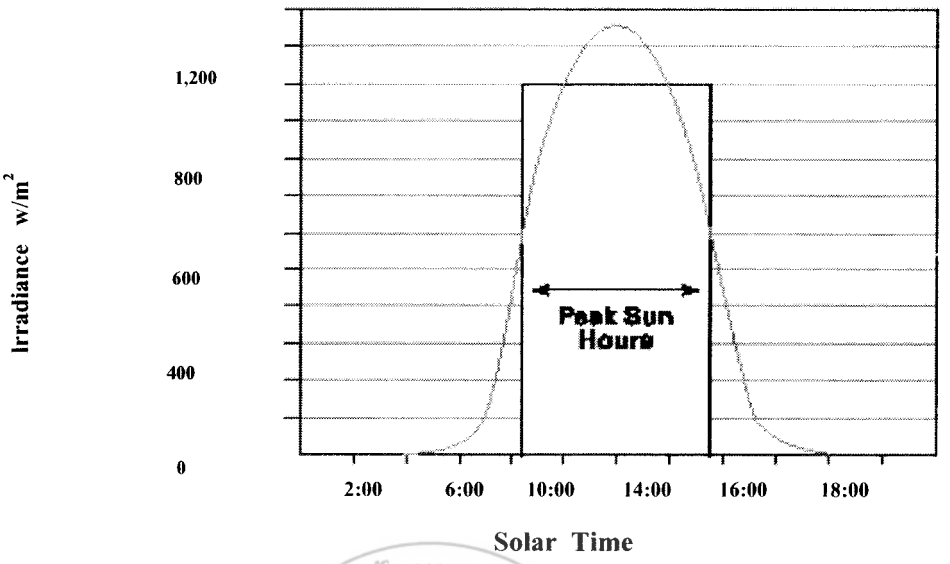
ค่าเฉลี่ยของปริมาณแสงอาทิตย์สำหรับพื้นที่ส่วนใหญ่ของโลกนั้น มีการสำรวจแล้วโดยค่าเฉลี่ยปริมาณของแสงอาทิตย์จะอยู่ในหน่วยชั่วโมงแสงอาทิตย์สูงสุด (Peak Sun Hour, PSH) ชั่วโมงแสงอาทิตย์สูงสุด (PSH) เท่ากับ 1 แสดงถึงชั่วโมงหนึ่งชั่วโมงที่มีค่าแสงแดดดีมากและไม่มีเมฆ

ดังนั้นถ้าในพื้นที่มีค่า PSH เท่ากับ 4 จะหมายความว่า โดยเฉลี่ยแล้ว พื้นที่นั้นจะมีจำนวนชั่วโมงที่แดดดีมาก 4 ชั่วโมงต่อวัน โดยแสงแดดดีมากหรือแสงอาทิตย์สูงสุดจะนิยามโดยเท่ากับการที่แสงแดดที่มีความเข้มแสง 1,000 วัตต์/ตารางเมตรสม่ำเสมอตลอด 1 ชั่วโมงเราสามารถคำนวณค่า PSH ได้โดยการหาผลรวมของปริมาณแสงอาทิตย์ที่ได้รับทุกชั่วโมงตลอดวัน และนำผลรวมที่ได้ไปหารด้วยค่า 1,000 วัตต์/ตารางเมตร ดังแสดงในตารางที่ 2.1 และภาพ 2.17

ตารางที่ 2.1 ชั่วโมงปริมาณแสงอาทิตย์สูงสุดในแต่ละวัน

ชั่วโมง	วัตต์ / ตร.ม.	วัตต์-ชั่วโมง / ตร.ม.
5.00-600	0	0
6.00-7.00	25	25
7.00-8.00	25	25
8.00-9.00	50	50
9.00-10.00	300	300
10.00-11.00	1000	1000
11.00-12.00	1200	1200
12.00-13.00	1000	1000
13.00-14.00	300	300
14.00-15.00	50	50
16.00-18.00	25	25
18.00-19.00	0	0
รวม วัตต์-ชั่วโมง/ตร.ม.ทั้งหมด		**4000**

ที่มา : http://www.palangthai.org/docs/PVUserManualThai.pdf



ภาพที่ 2.17 กราฟรูประฆังคว่ำแสดงถึงปริมาณแสงอาทิตย์ที่ได้รับในแต่ละชั่วโมงของวัน

ที่มา : www.palangthai.org/docs/PVUserManualThai.pdf

2.2.3 การใช้พลังงานแสงอาทิตย์

การใช้พลังงานแสงอาทิตย์สามารถจำแนกออกเป็น 2 รูปแบบคือ การใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า และการใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อผลิตความร้อน

2.2.3.1 พลังงานแสงอาทิตย์ผลิตกระแสไฟฟ้า

1) การผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell)

- ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ (PV Stand alone system) ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ ได้รับการออกแบบสำหรับใช้งานในพื้นที่ชนบทที่ไม่มีระบบจำหน่ายไฟฟ้าจาก National Grid โดยมีหลักการทำงานแบ่งได้เป็น 2 ช่วงเวลา กล่าวคือ ช่วงเวลากลางวัน เซลล์แสงอาทิตย์ได้รับแสงแดดสามารถผลิตไฟฟ้าจ่ายให้แก่โหลดพร้อมทั้งประจุพลังงานไฟฟ้าส่วนเกินไว้ในแบตเตอรี่พร้อมๆ กัน ส่วนในช่วงกลางคืน เซลล์แสงอาทิตย์ไม่ได้รับแสงแดดจึงไม่สามารถผลิตไฟฟ้าได้ ดังนั้น พลังงานจากแบตเตอรี่ที่เก็บประจุไว้ในช่วงกลางวันจะถูกจ่ายให้แก่โหลดจึงสามารถกล่าวได้ว่า ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าให้โหลดได้ทั้งกลางวันและกลางคืน อุปกรณ์ระบบที่สำคัญประกอบด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ อุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่ แบตเตอรี่และอุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับชนิด Stand alone เป็นต้น

- ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบต่อกับระบบจำหน่าย (PV Grid connected system) เป็นระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ที่ถูกออกแบบสำหรับผลิตไฟฟ้าผ่านอุปกรณ์เปลี่ยนกระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับเข้าสู่ระบบจำหน่ายไฟฟ้า National Grid โดยตรง มีหลักการทำงานแบ่งเป็น 2 ช่วง กล่าวคือ ในช่วงเวลากลางวัน เซลล์แสงอาทิตย์ได้รับแสงแดดสามารถผลิตไฟฟ้าจ่ายให้แก่โหลดได้โดยตรง โดยผ่านอุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ และหากมีพลังงานไฟฟ้าส่วนที่เกินจะถูกจ่ายเข้าระบบจำหน่ายไฟฟ้า สังเกตได้เนื่องจากมิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้าจะหมุนกลับทาง ส่วนในช่วงกลางคืนเซลล์แสงอาทิตย์ไม่สามารถผลิตไฟฟ้าได้ กระแสไฟฟ้าจากระบบจำหน่ายไฟฟ้าจะจ่ายให้แก่โหลดโดยตรง สังเกตได้จากมิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้าจะหมุนปกติ ดังนั้น ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบต่อกับระบบจำหน่ายจะเป็นการใช้งานเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าในเขตเมืองหรือพื้นที่ที่มีระบบจำหน่ายไฟฟ้าเข้าถึง อุปกรณ์ระบบที่สำคัญประกอบด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ อุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับชนิดต่อกับระบบจำหน่ายไฟฟ้า Grid connected เป็นต้น

- ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบผสมผสาน (PV Hybrid system) เป็นระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ที่ถูกออกแบบสำหรับทำงานร่วมกับอุปกรณ์ผลิตไฟฟ้าอื่นๆ เช่น ระบบเซลล์แสงอาทิตย์กับพลังงานลมและเครื่องยนต์ดีเซล ระบบเซลล์แสงอาทิตย์กับพลังงานลมและไฟฟ้าพลังน้ำ เป็นต้น โดยรูปแบบระบบจะขึ้นอยู่กับการออกแบบตามวัตถุประสงค์โครงการเป็นกรณีเฉพาะ เช่น ระบบเซลล์แสงอาทิตย์กับพลังงานลมและเครื่องยนต์ดีเซล มีหลักการทำงาน กล่าวคือ ในช่วงเวลากลางวัน เซลล์แสงอาทิตย์ได้รับแสงแดดสามารถผลิตไฟฟ้าได้ จะจ่ายกระแสไฟฟ้าผ่านอุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับชนิด Multi function ทำงานร่วมกับไฟฟ้าจากพลังงานลมจ่ายกระแสไฟฟ้าให้แก่โหลดพร้อมทั้งทำงานประจุไฟฟ้าส่วนที่เกินไว้ในแบตเตอรี่ ในกรณีพลังงานลมต่ำไม่สามารถผลิตไฟฟ้าหรือเวลากลางคืนไม่มีไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ ชุดแบตเตอรี่จะจ่ายกระแสไฟฟ้าให้แก่โหลด และกรณีแบตเตอรี่จ่ายกระแสไฟฟ้ามากจนถึงพิกัดที่ออกแบบไว้เครื่องยนต์ดีเซลจะทำงานโดยอัตโนมัติเป็นอุปกรณ์สำรองพลังงาน กล่าวคือ จะจ่ายกระแสไฟฟ้าประจุแบตเตอรี่โดยตรงและแบ่งจ่ายให้แก่โหลดพร้อมกัน และหากโหลดมีมากเกินไประบบจะหยุดทำงานทันที และจะทำงานใหม่อีกครั้งเมื่อเซลล์แสงอาทิตย์หรือพลังงานลมสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าประจุแบตเตอรี่ได้ปริมาณตามพิกัดที่ออกแบบไว้พร้อมทั้งขนาดโหลดอยู่ในพิกัดที่ชุดแบตเตอรี่สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าได้

2) การผลิตไฟฟ้าด้วยระบบรวมแสงอาทิตย์ (Concentrating Solar Power) แบ่งออกเป็น 3 แบบ คือแบบ Parabolic Troughs แบบ Central Receivers และแบบParabolic Dishes เทคโนโลยีทั้ง 3 แบบนี้จะทำการรวมแสงไว้ที่วัตถุรับแสงโดยใช้กระจกหรือวัสดุสะท้อนแสงและ

หมุนตามดวงอาทิตย์เพื่อสะท้อนแสงและส่งไปยังตัวรับแสงซึ่งจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นพลังงานที่มีอุณหภูมิสูง

- แบบ Parabolic Troughs ประกอบด้วยตัวรับแสงที่มีลักษณะเป็นรางยาวโค้งแบบมิติเดียวที่ติดตั้งไว้บนระบบหมุนตามดวงอาทิตย์แกนเดียว (single-axis tracking system) ทำหน้าที่รวมพลังงานแสงอาทิตย์สะท้อนไปยังท่อที่ตั้งขนานกับแนวรางรวมแสงเพื่อถ่ายเทความร้อนให้กับของเหลวที่ไหลหมุนเวียนผ่านท่อโดยการแลกเปลี่ยนความร้อน ความร้อนเมื่อถูกถ่ายเทให้ของเหลวทำงาน (โดยปกติจะเป็นน้ำ) จะกลายเป็นไอน้ำไปขับเคลื่อนกังหันไอน้ำเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า ไอน้ำที่ผลิตจาก parabolic troughs plants โดยทั่วไปจะต้องมีแหล่งความร้อนจากก๊าซธรรมชาติเพื่อเสริมให้เป็นไอดง (superheater)

- แบบ Central Receivers หรือ Power Tower ประกอบด้วยตัวรับความร้อนที่ติดตั้งอยู่กับที่ตั้งอยู่บนหอคอยที่ล้อมรอบด้วยแผงกระจกขนาดใหญ่เป็นจำนวนมากที่เรียกกันว่าเฮลิโอสแตท เฮลิโอสแตทจะหมุนตามดวงอาทิตย์และสะท้อนรังสีไปยังตัวรับความร้อน ซึ่งภายในบรรจุของเหลวทำงานทำหน้าที่ดูดซับพลังงานความร้อนไว้ ของเหลวที่ดูดซับพลังงานความร้อนที่รับมาจากตัวรับความร้อนจะส่งต่อไปยังเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกังหันหรือนำที่ไปเก็บไว้ในถังเก็บกักเพื่อนำมาใช้งานต่อไป

- แบบ Parabolic Dishes ประกอบด้วยตัวรวมแสงลักษณะเป็นจานรูปทรง parabolic ที่มีจุดศูนย์รวมแสงเพื่อสะท้อนพลังงานแสงอาทิตย์ไปยังตัวรับความร้อนที่ตั้งอยู่บนจุดศูนย์รวม Parabolic Dishesจะใช้แผงสะท้อนที่มีลักษณะโค้งเป็นจำนวนมากซึ่งทำด้วยกระจกหรือฟิล์มบาง (laminatedfilm) ตัวรวมแสงเหล่านี้จะตั้งอยู่บนโครงสร้างซึ่งใช้ระบบหมุนตามดวงอาทิตย์สองแกน(two-axis tracking system) เพื่อรวมแสงให้เป็นจุดเดียวไปรวมอยู่บนตัวรับความร้อน ความร้อนที่ได้สามารถใช้ประโยชน์ได้โดยตรงกับ cycle heat engine ซึ่งติดตั้งอยู่บนตัวรับความร้อน หรือนำความร้อนที่ได้ไปทำให้ของเหลวร้อนก่อนแล้วนำไปใช้กับ central engine ระบบตัวรวมความร้อนแบบเน้นเป็นจุดศูนย์กลาง (parabolic dishes) มีประสิทธิภาพการแปลงเป็นความร้อนได้สูงกว่าชนิดตัวรวมแบบราง (parabolic troughs) เนื่องจากสามารถทำงานได้ที่อุณหภูมิที่สูงกว่า

2.2.3.2 พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อผลิตความร้อน

1) การผลิตน้ำร้อนด้วยแผงรับแสงอาทิตย์ (Solar Collector)

- ระบบผลิตน้ำร้อนโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์จากแผงรับแสงอาทิตย์ ระบบจะประกอบด้วย สองส่วนหลักๆคือ ถังเก็บน้ำร้อน และแผงรับความร้อนแสงอาทิตย์ซึ่งปัจจุบันมีจำหน่ายในท้องตลาด 2 ชนิดคือ ชนิดแผ่นเรียบ (Flat Plate Collector) และ ชนิดหลอดแก้วสุญญากาศ (Evaccuum Tube Collector)

- ระบบผลิตน้ำร้อนโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์แบบผสมผสาน เป็นการนำเทคโนโลยีการผลิตน้ำร้อนจากแสงอาทิตย์มาผสมผสานกับความร้อนเหลือทิ้ง เช่น จากการระบายความร้อนของเครื่องทำ ความเย็นหรือเครื่องปรับอากาศ จากหม้อต้มไอน้ำ จากปล่องไอเสีย เป็นต้น โดยผ่านอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchanger) เพื่อลดขนาดพื้นที่แผงรับรังสีความร้อน และใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างคุ้มค่า ดังแสดงในตารางที่ 2.2

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบการใช้การอบแห้งด้วยแสงอาทิตย์และแหล่งความร้อนจากเชื้อเพลิงอื่น

รายการ	ความร้อนจากแสงอาทิตย์	เชื้อเพลิงน้ำมันเตา	ไฟฟ้า
ค่าใช่จ่ายด้านพลังงาน	ไม่มี	ราคาถูก(แนวโน้มเพิ่มขึ้น)	ราคาแพง
เงินลงทุนเครื่องอบแห้ง	ราคาแพง	ราคาปานกลาง	ราคาต่ำ
ระยะเวลาในการคุ้มทุน	ระยะเวลายาว แต่คุ้มค่า	ปานกลาง	ต่ำ
อายุการใช้งาน	ยาวนาน	ปานกลาง	ต่ำ
ค่าควานร้อน/หน่วย	ต่ำ	สูง	ปานกลาง
ความสะดวกในการใช้งาน	ง่ายและสะดวก	ปานกลาง	สะดวก
การประหยัดพลังงาน	ไม่มีค่าใช้จ่าย	ปานกลาง	ไม่ประหยัด
พื้นที่ในการติดตั้ง	ใช้พื้นที่มาก การติดตั้ง	ปานกลาง	น้อย
ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม	ไม่มีผลกระทบ(สะอาด)	ปานกลาง	น้อย

ที่มา : http://www.thailandindustry.com

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จารุวัฒน์ และคณะ (2554) งานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ทาการออกแบบ สร้าง และทดสอบสมรรถนะของตู้อบแห้งและกลั่นความชื้น รังสีอาทิตย์แบบเทอร์โมไซฟอน สาหรับอบแห้งผลผลิตทางการเกษตร เครื่องอบแห้งดังกล่าวเป็นเครื่องอบแห้งแบบ Passive ทางานในระบบปิด ที่ปิดคลุมด้วยแผ่นกระจกเอียงทามุมกับพื้นระดับ 12 องศาเซลเซียส เพื่อให้สามารถรับพลังงานจากแสงอาทิตย์ได้สูงสุด และแผ่นอะครีลิคใส ตัวเครื่องอบแห้งมีขนาด 83x7x100 ลูกบาศก์เซนติเมตร โดยทาการออกแบบโครงสร้างของเครื่องอบแห้ง ประกอบด้วยถาด 5 ชั้น มีรางรองรับความชื้นที่ควบแน่นบริเวณกระจกด้านบน และด้านหน้า ระบายออกภายนอกตู้อบ สาหรับพารามิเตอร์ที่ใช้เป็นเกณฑ์ใน การศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะการอบแห้ง คือ ระยะเวลาการอบแห้ง และอัตราการอบแห้ง ทาการเก็บรวมรวมข้อมูล ในช่วงเวลา 09.00-15.00 น. เป็นเวลา 6 ชั่วโมงต่อวัน ผลจากการศึกษาพบว่า การอบแห้งด้วยตู้อบแห้งและกลั่นความชื้น รังสีอาทิตย์แบบเทอร์โมไซฟอน ใช้ระยะเวลาการอบแห้งสั้น อัตราการอบแห้งสูง เมื่อเทียบกับการตากแห้งตามธรรมชาติเพียงอย่างเดียว จากผลการทดลองพบว่าเครื่องอบแห้งนี้สามารถอบแห้งพริกขี้หนูสด 5 กิโลกรัม ที่มีความชื้นเฉลี่ย 5 ชั้น 300 % จนเหลือประมาณ 26 % ภายในเวลา 3 วัน (18 ชั่วโมง) โดยไม่มีการสลับถาดทั้ง 5 เมื่อเทียบกับการตากแห้งตามธรรมชาติเหลือประมาณ 52 %เมื่อวิเคราะห์จากรายละเอียดของ

ว
621.47
ฆ198

ความชื้นแต่ละชั้นพบว่า ผลของการแยกชั้นของอุณหภูมิในตู้ส่งผลให้ ชั้นบนสุดหรือชั้นที่ 5 มีอัตราการอบแห้งสูงที่สุด และระยะเวลาการอบแห้งสั้นที่สุด ตามมาด้วยชั้น 4, 3 , 2 และ1 ตามลาดับ ดังนั้นตู้อบแห้งนี้สามารถอบแห้งพริกขี้หนูสดเพิ่มเป็น 8-10 กิโลกรัม ให้แห้งภายในเวลา 3 วัน (18 ชั่วโมง) ขึ้นกับรังสีอาทิตย์ โดยการหมุนวนเอาถาดบนสุดออก เลื่อนถาดถัดลงมาขึ้นแทน และใส่ถาดล่างใหม่ทุกวัน ตามลาดับ คุณภาพของผลิตภัณฑ์อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ มีสีสม่ำเสมอทุกถาด และไม่ได้รับความเสียหายจากการเปียกฝน หรือการรบกวนของสัตว์ และแมลงต่างๆ

นาริสา และคณะ (2552) การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณแคโรทีนอยด์และสีในพริกชี้ฟ้าแดงสดและแห้งที่ผ่านการแช่สารเคมีต่างๆ นั้น เพื่อให้ได้พริกแห้งที่มีสีสดและมีปริมาณแคโรทีนอยส์สูง ซึ่งในการทำพริกแห้งโดยวิธีทั่ว ๆ ไป นำพริกสดมาลวกในน้ำเดือด 10 นาที ต่อพริก 1 กิโลกรัม ทำให้ได้พริกสีแดงสดสม่ำเสมอ จากนั้นก็นำไปทำแห้งด้วยการตากแดด หรืออบด้วยตู้อบลมร้อน ซึ่งอุณหภูมิที่ใช้ในขั้นตอนนี้มีผลต่อสีของพริกแห้ง เนื่องด้วยความร้อน จะส่งผลให้เอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสและเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสทำงานได้ดี ทำให้สีของพริกมีสีแดงคล้ำได้ง่าย จากการศึกษาและทดลอง พบว่า สารเคมีบางชนิด เช่น วิตามินซี (ascorbic acid) เกลือแกง (sodium chloride) ชาเขียว (green tea) น้ำส้มสายชู (acetic acid) และน้ำปูนใส (calcium hydroxide) สามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสและเอนไซม์เปอร์ออกซิเดส ดังนั้น เมื่อนำพริกสดไปนึ่งด้วยไอน้ำ 10 นาที แล้วนำไปแช่ในสารเคมีดังกล่าวเป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำไปอบด้วยลมร้อนอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส พบว่า ได้พริกแห้งที่มีคุณภาพของสีแดงสดสวยกว่าในท้องตลาดทั่วไป และเมื่อศึกษาค่าสีของพริกชี้ฟ้าสดและแห้ง ด้วยการสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ (อะซิโตน) จะให้ค่าสีอยู่ในช่วง 0.4 - 0.8 ที่ความยาวคลื่น 460 นาโนเมตร ผลการวัดสีด้วยค่า L* A* B*พริกแห้งที่ผ่านการนึ่งจะมีค่า L* A* B* สูงกว่าพริกแห้งที่ไม่ผ่านการนึ่ง นอกจากนี้ เมื่อศึกษาถึงปริมาณเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการเกิดสีน้ำตาล พบว่า ในสารสกัดพริกที่ผ่านการแช่สารเคมีและนึ่งด้วยไอน้ำ มีปริมาณเอนไซม์น้อยกว่า สารสกัดพริกที่ไม่ผ่านขั้นตอนใด ๆ เลย และ ปริมาณแคโรทีนอยด์ในพริกแห้งที่ผ่านการนึ่งมีมากกว่าพริกแห้งที่ไม่ผ่านการนึ่ง ซึ่งงานวิจัยอยู่ในขั้นตอนศึกษาการเก็บรักษาพริกแห้ง และการเปลี่ยนแปลงสีของพริกแห้ง เพื่อนำไปสู่การพัฒนาวิธีการทำพริกแห้งซึ่งนำมาทำวัตถุดิบในการสกัดสีจากพริกเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร

ธาตรี (2553) ทดสอบประสิทธิภาพเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ประสิทธิภาพของตัวรับรังสีแสงอาทิตย์ ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้งและ เพื่อให้ทราบถึงอุณหภูมิที่มีความเหมาะสมในการอบแห้งไพลเพื่อให้ได้ปริมาณน้ามันหอมระเหยสูงสุด โดยท้าให้เกิดการพัฒนาตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีสามารถในการควบคุมสภาวะที่มีความเหมาะสมในการอบผลิตภัณฑ์ได้อย่างเหมาะสม จากการทดลอง พบว่าอุณหภูมิของอากาศความร้อนหลังออกจากตู้อบ

เฉลี่ยอยู่ที่ 35.24 องศาเซลเซียส อุณหภูมิอากาศก่อนเข้าตู้อบเฉลี่ยอยู่ที่ 31.12 องศาเซลเซียส ประสิทธิภาพของตัวรับรังสี มีค่าเฉลี่ยจากผลการทดลอง 3 วัน 16.73 % ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องอบแห้งได้จากการทดลองการอบไพลเฉลี่ย 3 วัน มีค่า 10.18 % และผลการศึกษาความแตกต่างของอุณหภูมิ จากการทดลองอบไพลด้วยตู้อบไฟฟ้ามีมวลก่อนอบตัวอย่างละ 1.2 กิโลกรัม การอบแห้งไพลที่ อบที่อุณหภูมิแตกต่างกันโดย กลุ่มที่ 1 ท้าการอบที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส กลุ่มที่ 2 ท้าการอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส กลุ่มที่ 3 ท้าการอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส กลุ่มที่ 4 ท้าการอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ได้ผลปริมาณน้ำมันหอมระเหยเทียบกับมวลไพลอบแห้งมีค่า 3% 2% 1.2% และ 1.2% ตามลำดับ

ธราวุธ และคณะ(2555) การศึกษาครั้งนี้เป็นการประยุกต์ใช้เตาอบไมโครเวฟร่วมกับลมร้อนในกระบวนการอบพริกแห้งโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาสภาวะ การทางานที่เหมาะสมของเตาอบไมโครเวฟร่วมกับลมร้อนในกระบวนการผลิตพริกแห้งและศึกษาต้นทุนในกระบวนการผลิต จากผลการศึกษาพบว่าพริกแห้งที่ผ่านกระบวนการผลิตด้วยเตาอบไมโครเวฟร่วมกับลมร้อนมีลักษณะผิวเป็นสีแดงใส ขั้วเขียว และไม่แตก ใช้สภาวะการทางานที่เหมาะสมของอุณหภูมิลมร้อนเท่ากับ 70 องศาเซลเซียส ความเร็วลมเท่ากับ 1 เมตรต่อวินาที คลื่นไมโครเวฟเท่ากับ 0.61 วัตต์ต่อกรัมพริกแห้งค่าความชื้นของพริกลดลงจาก 71.80 ถึง 8.61 เปอร์เซ็นต์ (มาตรฐานเปียก) ภายในเวลา 150 นาที โดยมีค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (A*) และค่าสีเหลือง (B*) เท่ากับ 23.78 22.10 และ 12.87 ตามลาดับ และมีต้นทุนการอบแห้งเท่ากับ 17 บาทต่อกิโลกรัมพริกแห้ง

วชร และคณะ (2551) งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษา ออกแบบ สร้าง และทดสอบเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ที่สามารถปรับแผงรับพลังงานแสงอาทิตย์ได้ เพื่อเปรียบเทียบให้เห็นถึงความแตกต่างระหว่างการใช้ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ที่ได้ออกแบบไว้กับการตากแดดแบบธรรมดา โดยเครื่องอบแห้งที่ใช้จะมีอากาศร้อนไหลผ่านแผงรับพลังงานแสงอาทิตย์ที่ได้ปรับมุมองศาของแผงรับให้ตั้งฉากกับรังสีแสงของดวงอาทิตย์ก่อนบังคับให้ไหลเข้าบริเวณสู่บริเวณด้านล่างของตู้ และไหลเข้าสู่ตู้อบทั้ง 2 ฝั่ง ทางด้านข้าง ผ่านผลิตภัณฑ์ที่วางอยู่บนชั้นที่ออกแบบให้เกิดการไหลของอากาศผ่านแต่ละอย่างสม่ำเสมอ จากผลการทดสอบพบว่าอุณหภูมิในตู้อบจะมีค่าอยู่ในช่วง 45 – 55 องศาเซลเซียส และเมื่อนำเครื่องอบต้นแบบไปทำการทดสอบกับผลหมากที่วางในถาดทั้ง 5 ชั้น พบว่า ชั้นบนสุดและชั้นล่างสุดของตู้อบจะทำให้หมากแห้งได้เร็วที่สุดและหมากที่วางอยู่ในตู้อบนั้นจะแห้งเร็วกว่าหมากที่ได้ตากแดดธรรมดาประมาณ 1-2 วัน ส่วนอุณหภูมิภายในตู้อบนั้นจะมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมโดยเฉลี่ยประมาณ 15 องศาเซลเซียส

Bala *et al.* (2007) การทำสัปปะรดอบแห้งโดยใช้เครื่องตากอุโมงค์แสงอาทิตย์ โดยใช้แสงอาทิตย์จะเป็นวิธีที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายมากแต่ผลผลิตที่ได้มักไม่มีคุณภาพอันเนื่องมาจากต้อง

พึ่งสภาวะของอากาศและภาวะเสี่ยงจากแมลง คนหรือสัตว์ แบคทีเรียและฝุ่นละออง ในประเทศบังคลาเทศ จะเห็นได้ว่าในแต่ละปีมีการผลิตสับปะรดที่หลากหลายกันเป็นจำนวนมากผลไม้เหล่านี้มีตามฤดูกาลและเน่าเสียไปเป็นส่วนใหญ่ ถ้านำผลไม้ที่มีมากเหล่านี้มาทำการเก็บโดยใช้เครื่องมือที่มีการรับรองแล้วนอกจากผู้บริโภคภายในประเทศก็ได้กินผลไม้ที่มีตามฤดูกาลได้ตลอดทั้งปีแล้วและผลผลิตเหล่านี้ ยังสามารถส่งออกเพื่อนำเงินเข้าประเทศได้อีกด้วย

Hossaina *et al.* (2007) การทำพริกขี้หนูแห้งสีเขียวและสีแดงในภาวะของอากาศที่ร้อนชื้นของประเทศบังคลาเทศโดยใช้เครื่องตากอุโมงค์อบแห้งระบบไหลเวียนความร้อน เครื่องอบแห้งประกอบด้วยแผ่นสะสมพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีแผ่นพลาสติกใสคลุมอยู่ด้านบนและอุโมงค์ลมร้อนเชื่อมต่อโดยตรงกับพัดลมสองตัวที่อาศัยพลังงานแสงอาทิตย์จากแผงแสงอาทิตย์เป็นพลังงานในการขับเคลื่อนที่ใช้เพื่อพ่นลมร้อนเข้าไปในตัวอุโมงค์อบ โดยปริมาณความจุพริกสดที่ 80 กิโลกรัม ใช้เวลา 20 ชั่วโมง ในอุโมงค์อบแห้งแสงอาทิตย์กิโลกรัมความชื้นในพริกแดงลดลงจาก 2.85 ถึง 0.05 ต่อกิโลกรัมโดยน้ำหนักแห้งละเมื่อนำมาอบให้แห้งในอุโมงค์อบแห้งที่มีระบบไหลเวียนความร้อนอยู่ด้วยกิโลกรัมความชื้นในพริกแดงลดลงจาก 0.09 ถึง 0.40 กิโลกรัมต่อกิโลกรัม โดยน้ำหนักแห้ง ภายในเวลา 32 ชั่วโมง ตามลำดับ ในพริกสีเขียวถ้าอบในเครื่องตากอุโมงค์อบแห้งภายในเวลา 20 ชั่วโมงปริมาณของความชื้นต่อกิโลกรัมตั้งแต่ตอนเริ่มอบที่ 7.6 กิโลกรัมต่อกิโลกรัม โดยน้ำหนักแห้ง ลดลงถึง 0.06 กิโลกรัมต่อกิโลกรัมโดยน้ำหนักแห้ง และ 32 ชั่วโมงเมื่อนำมาอบในอุโมงค์อบแห้งที่มีระบบไหลเวียนความร้อนอยู่ด้วยปริมาณความชื้นต่อกิโลกรัมลดลง 0.10 และ 0.70กิโลกรัมต่อกิโลกรัมโดยน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ เมื่อนำผลผลิตที่ผ่านการลวกก่อนที่จะอบด้วยเครื่องตากอุโมงค์อบแห้งมาเปรียบเทียบกับผลผลิตที่ผ่านการตากแห้งโดยใช้แสงอาทิตย์เพียงอย่างเดียวก็พบว่าผลผลิตที่ได้จากการนำผลิตผลมาลวกก่อนที่จะอบด้วยเครื่องตากอุโมงค์แสงอาทิตย์นอกจากจะลดเวลาในการอบพริกแล้วได้แล้วยังช่วยให้ได้พริกที่มีสีและความเผ็ดร้อนดีกว่ามาก การลวกพริกก่อนนำมาอบสามารถใช้ได้ทั้งกับพริกสีแดงและเขียว

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาเชิงทดลองเพื่อทำการพัฒนารูปแบบและประสิทธิภาพเชิงความร้อนและลมในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลมให้มีประสิทธิภาพในการใช้งานเพิ่มขึ้น โดยการศึกษาจากการตากแบบธรรมดา และนำมาประยุกต์เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลม โดยคำนึงถึงความสะดวกและความสะอาดในการใช้ตามความเหมาะสม จากนั้นการพัฒนาเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องอบ โดยใช้พริกเป็นตัวอย่างในการทดสอบ เนื่องจากพริกเป็นวัสดุหาง่ายในท้องถิ่น โดยทำการทดสอบหาประสิทธิภาพเชิงความร้อน เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพความร้อนของการตากแบบธรรมดากับเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลม มีรายละเอียดและการวิธีการดำเนินการดังนี้

3.1 วัสดุและอุปกรณ์

3.1.1 วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลม

1. เครื่องเชื่อมเหล็ก
2. เหล็กเส้น
3. เครื่องตัดเหล็ก
4. กระจกใส
5. เหล็กแผ่นบางขนาด 2 มิลลิเมตร
6. พัดลมเล็ก ชนิด 12 โวลต์

3.1.2 วัสดุและอุปกรณ์สำหรับการทดลอง

1. เครื่องชั่งน้ำหนักแบบละเอียด 2 ตำแหน่ง และ 4 ตำแหน่ง
2. เทอร์โมมิเตอร์แบบธรรมดา
3. เครื่องวัดสี Hunter lab
4. นาฬิกา
5. พริกขี้หนู

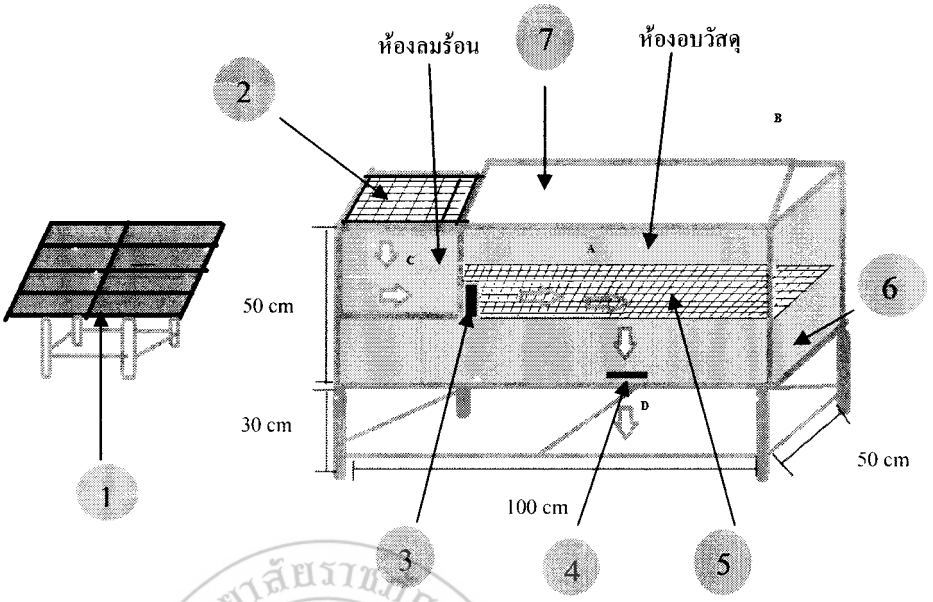
3.2 การพัฒนาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลม

วิธีการสร้างเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

1. การสร้างโครงของตัวเครื่อง ขั้นแรก จะตัดเหล็กความยาว 100 เซนติเมตร 4 เส้น เหล็กความกว้าง 50 เซนติเมตร 4 เส้น เหล็กความสูงยาว 80 เซนติเมตร 4 เส้น จากนั้นทำการเชื่อมเหล็กทำให้เป็นโครงร่างเหมือนตู้ ซึ่งเมื่อทำการเชื่อมตู้เสร็จแล้ว ด้านในของตัวเครื่อง จะแบ่งทำเป็นห้องเล็ก 1 ห้อง ห้องเล็กนั้นเป็นห้องเก็บลมร้อน ซึ่งมีความสูงของตู้อบมีความสูงทั้งหมด คือ 80 เซนติเมตร. และจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรก 30 เซนติเมตร โดยแบ่งเป็นห้องดูดลมร้อนโดยมีความกว้าง 50 เซนติเมตร สูง 20 เซนติเมตร ยาว 18 เซนติเมตร ส่วนที่สองเป็นขาตั้งสูงประมาณ 50 เซนติเมตร ส่วนโครงของหลังคา ทำมุมเป็น 45 องศา ส่วนตะแกรงสำหรับวางผลิตภัณฑ์จะทาสีดำเพื่อจะได้ดูดความร้อนจากแสงอาทิตย์แล้วเครื่องตู้อบจะติดล้อที่ขาเพื่อที่จะสามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก

2. การประกอบส่วนต่างๆของเครื่องอบแห้ง โดยทำการติดผนังด้วยสังกะสีทีทาด้วยสีดำโดยจะติดรอบด้าน เพื่อดูดความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์ และ ติดหลังคาด้วยกระจกใส เพื่อแสงอาทิตย์สามารถส่องเข้าไปในเครื่องอบได้ ส่วนในห้องลมร้อนจะทำการเจาะเป็นสี่เหลี่ยม ให้เท่ากับ ขนาดของพัดลมที่จะติดข้างในและข้างล่างของตัวเครื่อง

3. การทำตะแกรงวางผลิตภัณฑ์และตะแกรงที่ดูดความร้อนจากแสงอาทิตย์ คือ เอาเหล็กขนาด 2 มิลลิเมตร มาเชื่อมทำเป็นตะแกรงที่วางผลิตภัณฑ์ และ ตะแกรงดูดความร้อน จากนั้น เอาตะแกรงทั้งสองมาทาสี ด้วยสีดำ ส่วนตะแกรงทีดูดความร้อนนั้น ก็จะเอาตะข่ายเหล็ก 6 อัน ขนาดเล็กมาทาสีดำ แล้วเอามาติดทับกับตะแกรงดูดความร้อน เพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวของตะแกรงดูดความร้อนและสามารถรับความร้อนจากแสงอาทิตย์ จากนั้นเอาตะแกรงวางผลิตภัณฑ์ใส่ในตัวเครื่อง ส่วนตะแกรงที่ดูดความร้อนไปว่างบนห้องของลมร้อน ดังแสดงในภาพที่ 3.1



1. แผงโซล่าร์เซลล์ 2. ตะแกรงทาด้วยสีดำ 3. พัดลมดูดความร้อน
4. พัดลมระบายความร้อน 5. ตะแกรงวางวัสดุที่อบแห้ง 6. ประตูเปิด 7. หลังคากระจก
A จุดวัดอุณหภูมิภายในตู้อบ B จุดวัดอุณหภูมิบรรยากาศ
C จุดวัดอุณหภูมิห้องลมร้อน D จุดวัดอุณหภูมิออกจากตู้อบ

Aภาพที่ 3.1 เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลม

3.3 การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลม

ศึกษาประสิทธิภาพเครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์ลม โดยการเปรียบเทียบประสิทธิภาพเครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์ลมกับการตากธรรมดา โดยใช้พริกขี้หนูเป็นตัวแทนในการทดสอบดังนี้

3.3.1 ศึกษาอุณหภูมิของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

1) วัดอุณหภูมิในตู้อบและนอกตู้อบ ทุกๆ 2 ชั่วโมง เริ่มตั้งแต่เวลา 9.00 น. 11.00 น. 13.00 น. และ 15.00 น. เปรียบเทียบกับอุณหภูมิอากาศภายนอก โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์

2) วัดอุณหภูมิของอากาศก่อนเข้าตู้อบและวัดอุณหภูมิของอากาศออกจากตู้อบ โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์

3.3.2 ศึกษาความชื้นของพริก

1) ชั่งน้ำหนักตัวอย่างพริกก่อนอบและหลังอบ ด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง

2) คำนวณหาความชื้นของพริก ทุกวัน ๆ จนกว่าความชื้นลดลงต่ำกว่าร้อยละ 10

3.3.3 ศึกษาสีของพริก

- นำพริกที่ผ่านการอบแห้งไปวัดสีด้วยเครื่อง Hunter lab

บทที่ 4
วิเคราะห์และอภิปรายผล

จากการทดสอบหาประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลม โดยทำการทดสอบประสิทธิภาพ ในเรื่องของระยะเวลาในการอบแห้ง เปรียบเทียบกับการตากแบบธรรมดา ปรากฏว่า การอบแห้งโดยใช้เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลม นั้นมีอุณหภูมิภายในที่สูงกว่า การตากแบบธรรมดา และศึกษาระยะเวลาที่ใช้ในการอบ คือ อบจนกว่าความชื้นที่เหลือลดลงต่ำกว่าร้อยละ 10 ซึ่งพบว่า การอบโดยใช้เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลม โดยใช้พริกขี้หนูในการทดสอบ ใช้ระยะเวลา 7 วัน และตากแบบธรรมดา ใช้ระยะเวลา 8 วัน

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการอบแห้งแบบใช้เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลมมีประสิทธิภาพมากกว่า การตากแบบธรรมดาโดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 การพัฒนาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลม

การพัฒนาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลม ผู้วิจัยได้ออกแบบให้มีห้องลมร้อน เพื่อให้อุณหภูมิสูงขึ้น และใช้พัดลมดูดอากาศร้อนในห้องลมร้อนเข้าสู่ห้องอบวัสดุเพื่อไล่ความชื้นของวัสดุในการอบแห้ง และใช้แผงโซล่าเซลล์เป็นตัวจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับพัดลมทั้งสองตัว เพื่อประหยัดพลังงาน

4.2 การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลม

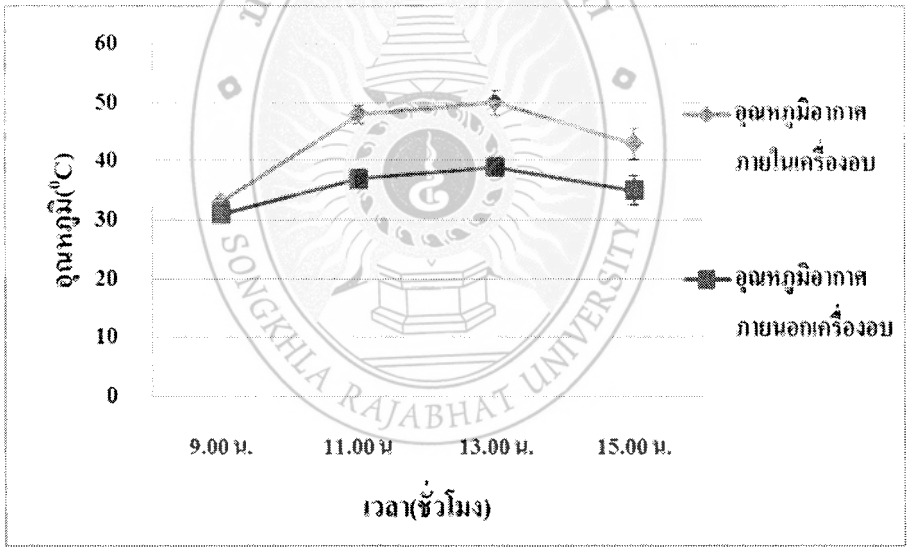
4.2.1 อุณหภูมิ

การเก็บข้อมูลอุณหภูมิระหว่างการทดลอง โดยเก็บข้อมูล ทุกๆ 2 ชั่วโมงเริ่มตั้งแต่เวลา 9.00 น. 11.00 น. 13.00 น. และ 15.00 น. โดยจะศึกษาการทดลองแบบใช้เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลม จะเก็บข้อมูล อุณหภูมิภายในเครื่องเปรียบเทียบกับอุณหภูมิอากาศภายนอก ซึ่งจะเห็นได้ว่าอุณหภูมิภายในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลม มีอุณหภูมิเฉลี่ยในรอบวันสูงสุดอยู่ที่ 50 ± 1.52 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิอากาศภายนอกสูงสุดอยู่ที่ 37 ± 0.50 องศาเซลเซียส ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบอุณหภูมิระหว่างอุณหภูมิอากาศภายในและภายนอกเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลมแต่ละวัน

เวลา	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	
	อุณหภูมิอากาศภายในเครื่องอบ ± SD	อุณหภูมิอากาศภายนอกเครื่องอบ ± SD
9.00 น.	33.00 ± 1.00	31.00 ± 1.52
11.00 น.	48.00 ± 1.52	37.00 ± 0.50
13.00 น.	50.00 ± 2.08	38.00 ± 1.00
15.00 น.	43.00 ± 2.60	35.00 ± 2.51

จากข้อมูลในตารางที่ 4.1 สามารถเขียนกราฟได้ดังนี้



ภาพที่ 4.1 การเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยในรอบวันอุณหภูมิอากาศภายในและภายนอกเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลมในแต่ละวัน

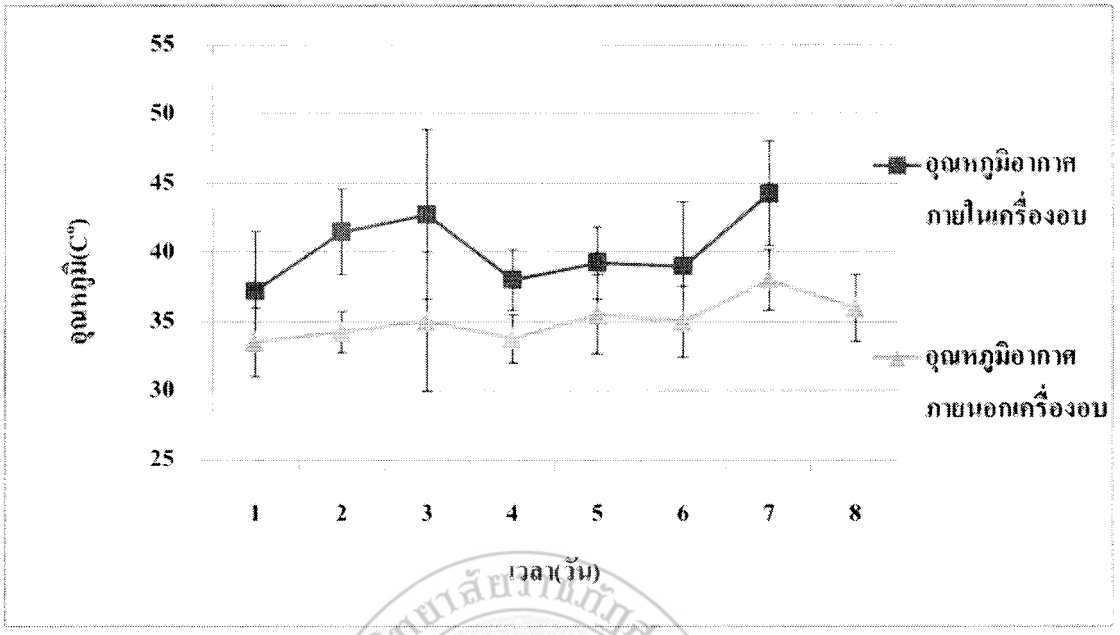
จากภาพที่ 4.1 จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิภายในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลมนั้น มีอุณหภูมิเริ่มต้นเฉลี่ย 33 ± 1.00 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 50 ± 2.08 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิอากาศภายนอกเริ่มต้นเฉลี่ย 29 ± 1.52 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 37 ± 0.50 องศาเซลเซียส ดังนั้นจะเห็นได้ว่าอุณหภูมิเฉลี่ยในรอบวัน มีความแตกต่างกัน โดยอุณหภูมิอากาศภายในเครื่องอบแห้ง มีอุณหภูมิสูงกว่า อุณหภูมิอากาศภายนอกถึง 12 องศาเซลเซียส

จากการเก็บข้อมูลอุณหภูมิระหว่างการทดลองรายสัปดาห์ พบว่าอุณหภูมิภายในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลม มีอุณหภูมิเฉลี่ยในรอบสัปดาห์สูงสุดประมาณ 44.25 ± 3.77 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิอากาศภายนอกสูงสุดประมาณ 38.00 ± 2.16 องศาเซลเซียส ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 เปรียบเทียบอุณหภูมิระหว่างอุณหภูมิอากาศภายในและภายนอกเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลมรายสัปดาห์

	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	
วันที่	**อุณหภูมิอากาศภายในเครื่องอบ ± SD**	**อุณหภูมิอากาศภายนอกเครื่องอบ ± SD**
1	37.25 ± 4.27	33.50 ± 2.50
2	41.50 ± 3.10	34.25 ± 1.50
3	42.75 ± 6.13	35.00 ± 5.06
4	38.00 ± 2.16	33.75 ± 1.73
5	39.25 ± 2.63	35.50 ± 2.87
6	39.00 ± 4.63	35.00 ± 2.58
7	44.25 ± 3.77	38.00 ± 2.16
8	-	36.00 ± 2.40

จากตารางที่ 4.2 นำข้อมูลมาเขียนกราฟได้ดังนี้



ภาพที่ 4.2 เปรียบเทียบอุณหภูมิระหว่างอุณหภูมิอากาศภายในและภายนอกเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ราย สัปดาห์

จากภาพที่ 4.2 จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิโดยใช้เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลมนั้น มีอุณหภูมิเริ่มเฉลี่ยต่ำสุด 37.25 ± 4.27 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด 44.25 ± 3.77 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิอากาศภายนอกเฉลี่ย 33.50 ± 2.50 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิสูงสุด 38.00 ± 2.16 องศาเซลเซียส

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าอุณหภูมิเฉลี่ยในรอบสัปดาห์นั้น มีความแตกต่างกันโดยอุณหภูมิอุณหภูมิอากาศภายในเครื่องอบ มีอุณหภูมิที่สูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกประมาณ 6 องศาเซลเซียส

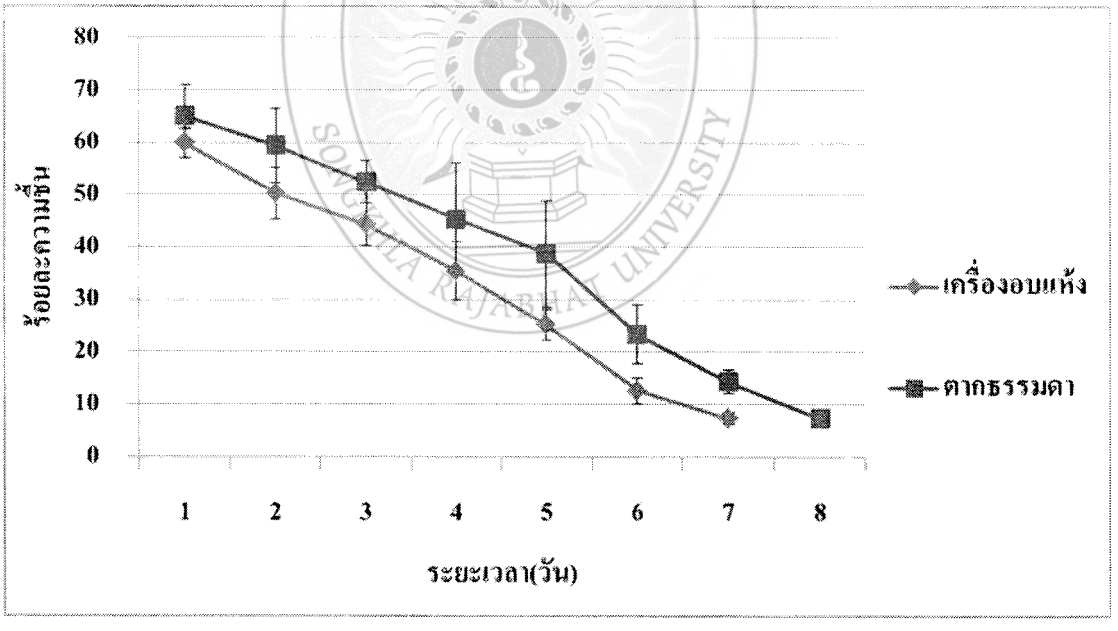
4.4.2 ความชื้น

จากการเก็บข้อมูลความชื้นระหว่างการทดลองทุกๆวัน โดยการชั่งพริกก่อนการทดลอง พบว่าความชื้นภายในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลม มีความชื้นเฉลี่ยในรอบวันประมาณร้อยละ 59.84 ± 2.86 และการตากธรรมดาความชื้นประมาณร้อยละ 65.09 ± 5.79 ดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 เปรียบความชื้นระหว่างการใช้ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลมกับตากธรรมดา

วันที่	ความชื้น (%)	
	ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ ± SD	ตากธรรมดา ± SD
1	59.84 ± 2.86	65.09 ± 5.79
2	50.26 ± 4.88	59.42 ± 7.06
3	44.37 ± 4.03	52.47 ± 4.06
4	35.42 ± 5.57	45.32 ± 10.87
5	25.19 ± 2.96	38.80 ± 10.15
6	12.60 ± 2.39	23.41 ± 5.71
7	7.40 ± 1.07	14.39 ± 2.32
8	-	7.33 ± 0.88

จากข้อมูลในตารางที่ 4.3 สามารถนำมาเขียนกราฟได้ดังนี้



ภาพที่ 4.3 เปรียบความชื้นระหว่างการใช้ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลมกับตากธรรมดา

จากภาพที่ 4.3 ปริมาณความชื้นของการอบแห้งโดยใช้เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลม มีความชื้นเริ่มต้นเฉลี่ย 59.84 ± 2.86 % ลดลง 7.40 ± 1.07 % ส่วนแบบการตาก

แบบธรรมดา ความชื้นเริ่มต้นเฉลี่ย 65.09 ± 5.79 % ลดลง 7.33 ± 0.88 % ซึ่งการใช้เครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลม ใช้ระยะเวลา 7 วัน และการตากแบบธรรมดาใช้ระยะเวลา 8 วัน

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าปริมาณความชื้นมีความแตกต่างกัน โดยการอบแบบใช้เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลมสามารถลดระยะเวลาร้อยละ 12.5 จะเห็นได้ว่า แบบใช้เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลมมีประสิทธิภาพกว่า

4.4.3 การวัดสี

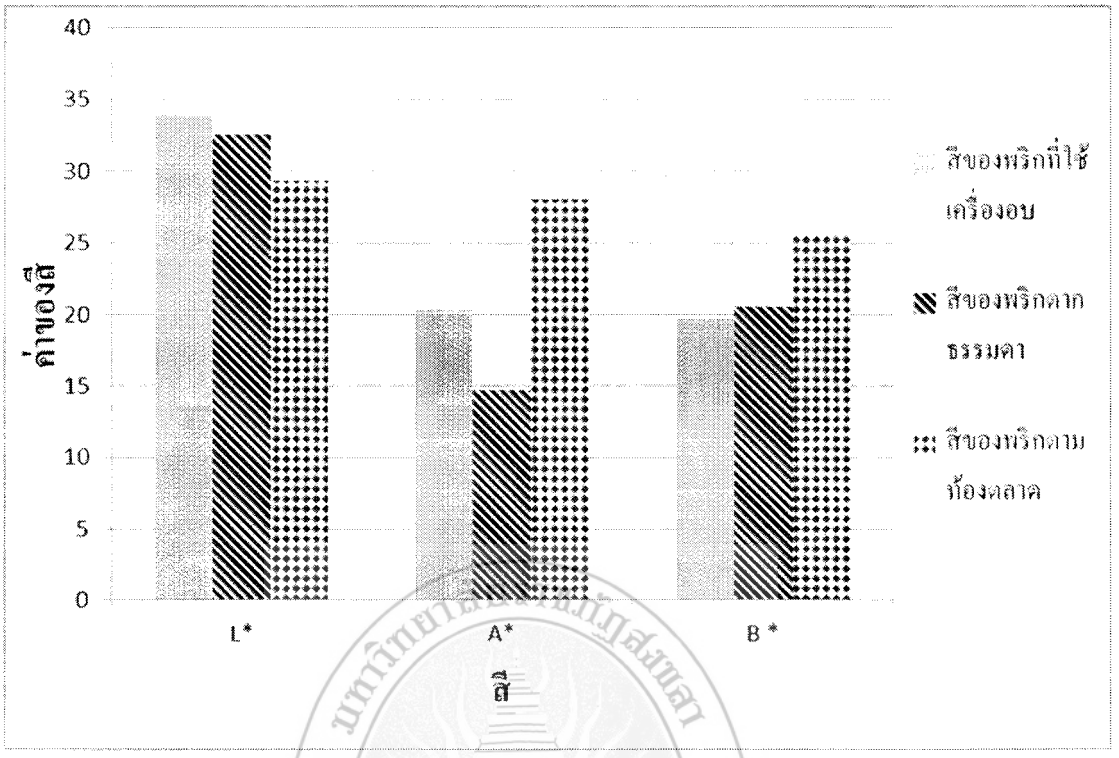
การวัดสีของพริกหลังการทดลอง หลังจากความชื้นลดลงต่ำกว่าร้อยละ 10 โดยใช้เครื่อง Hunter Lab ได้ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 การเปรียบเทียบค่าของสี ของพริกที่ผ่านการอบแห้งโดยใช้เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลม ตากธรรมดา และพริกตามตลาด

พารามิเตอร์	สีของพริกที่ใช้เครื่องอบ	สีของพริกตากธรรมดา	สีของพริกตามท้องตลาด
L*	33.86	32.56	29.35
A*	20.38	14.76	28.08
B*	19.67	20.56	25.56

หมายเหตุ L* (ค่าความสว่าง) A* (สีแดง) B* (สีเหลือง)

จากข้อมูลในตารางสามารถนำมาเขียนกราฟได้ดังนี้



ภาพที่ 4.4 ค่าของ L* A* B* ของพริกที่ผ่านการอบแห้ง ตากธรรมดา และพริกแห้งตามตลาด

จากการวัดสีของพริกหลังจากการอบแห้งแล้ว พบว่า ค่า L* A* และ B* ซึ่ง ค่า L* หมายถึง ค่าความสว่างของพริก ส่วนค่า A* หมายถึง ค่าที่ใช้กำหนดเป็นสีแดง และค่า B* หมายถึง ค่าที่ใช้กำหนดเป็นสีเหลือง ซึ่งจะเห็นได้ว่า พริกที่ผ่านการอบด้วยเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลมมีค่า L* (ค่าความสว่าง) เท่ากับ 33.86 A* (สีแดง) เท่ากับ 20.38 และ B* (สีเหลือง) เท่ากับ 19.67 ซึ่งมากกว่าการตากแห้งแบบธรรมดา แสดงถึงคุณภาพของพริกแห้งที่ดีและพบว่ามีค่าใกล้เคียงกับสีพริกของพริกตามตลาด

ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลม พบว่าการอบโดยใช้เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลมนั้น สามารถลดระยะเวลาในการอบแห้งร้อยละ 12.5 เมื่อเทียบกับการตากแห้งแบบธรรมดานอกจากนั้น ยังได้ผลผลิตที่มีความสะอาด สามารถป้องกันจากฝุ่นละออง ฝน และแมลงวัน

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 การพัฒนาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลมนำมาประยุกต์ใช้ในการอบแห้ง

จากการพัฒนาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลมโดยการเพิ่มห้องลมร้อนและพัดลมสองตัว พบว่ามีอุณหภูมิสูงขึ้นเมื่อไปเปรียบเทียบการตากธรรมดาซึ่งมีความแตกต่างกันถึง 12 อาศาเซลเซียสและลดระยะเวลาการอบแห้งได้ร้อยละ 12.5

5.1.2 การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลม

เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลม โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ เป็นแหล่งพลังงานความร้อน จากการอบแห้งโดยใช้เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลม สามารถลดระยะเวลาอบแห้งได้ร้อยละ 12.5 เมื่อเปรียบเทียบกับการตากแห้งแบบธรรมดา ส่วนอุณหภูมิจากการใช้เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลมอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด 50.00 ± 2.08 องศาเซลเซียส และการตากแบบธรรมดาอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด 38.00 ± 1.00 องศาเซลเซียส ซึ่งมีความแตกต่างกันถึง 12 องศาเซลเซียส และผลจากการวัดสี พบว่าสีของพริกที่ผ่านการอบด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลม มีค่า L* A* B* มากกว่าการตากแห้งแบบธรรมดา ซึ่งแสดงให้ว่าสีของพริกที่ผ่านการอบแห้งโดยใช้เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลม มีสีที่สดกว่าและมีสีใกล้เคียงกับสีของพริกแห้งที่ขายตามท้องตลาด

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรออกแบบโดยใช้แผ่นกระจกไว้ใต้ตะแกรงให้เกิดการสะท้อนแสง เพื่อให้อุณหภูมิภายในตู้อบสูงขึ้นและมีประสิทธิภาพในการอบมากยิ่งขึ้น
2. ควรทำการศึกษาในเดือนที่มีแสงแดดตลอดทั้งวัน (ฤดูร้อน)

บรรณานุกรม

จารุวัฒน์ เจริญจิต ยะฝาด ดุสะเหม๊าะ สุพัฒน์ เดชโสภา และสุริยา ช่วยอินทร์. 2554. **ตู้อบแห้งและกลั่นความชื้นรังสีอาทิตย์แบบเทอร์โมไซฟอน**. วิศวกรรมสาร มข. 1, 35-42.

ธาตรี แสงทวีปทวีกิจ. 2554. **การทดสอบประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยการอบแห้งไพล.** ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ธราวุธ บุญน้อม ณัฐพงษ์ ประภาการ สาวิตรี คาหอม และวีรชัย อาจหาญ. 2555. **การศึกษาการประยุกต์ใช้เตาอบไมโครเวฟร่วมกับลมร้อนในกระบวนการผลิตพริกแห้ง**. การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 13 4-5 เมษายน 2555 จังหวัดเชียงใหม่.

ธีระศักดิ์ หุดากร. 2552. **การศึกษาสมรรถนะของตัวเก็บรังสีอาทิตย์แผ่นราบแบบร่องรูปตัววีสำหรับเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์** ในการประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 23 4 – 7 พฤศจิกายน 2552 จังหวัดเชียงใหม่

วชร กาลาสี และ ดิษฐพร ตุงโสธานนท์. 2551. **เครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์แบบปรับแผงรับแสงได้.** รวมบทความวิชาการ เล่มที่ 4 การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 22 วันที่ 15-17 ตุลาคม 2551 ณ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต.

สำนักพัฒนาพลังงานแสงอาทิตย์ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. 2553. (ออนไลน์). พลังงานแสงอาทิตย์. สืบค้นจาก : www.dede.go.th/dede/index.php? option=com_content&view=article&id=889 &Itemid=56&lang=th (20 เมษายน 2555).

สถาบันวิจัยและพัฒนา. (ออนไลน์). ตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลม. สืบค้นจาก : www.pineappleeyes.snru.ac.th/stm/index.php?q=node/144 (2 พฤษภาคม 2555)

ทนงศักดิ์ วัฒนา.2554. (ออนไลน์). การอบแห้งและการประยุกต์ใช้งานเครื่องอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์. สืบค้นจาก : www.thailandindustry.com (2 ตุลาคม 2555)

ศูนย์สารสนเทศ สานักชลประทานที่ 14. (ออนไลน์). ความชื้น. สืบค้นจาก : kmcenter.rid.go.th/kmc14/f_water/PDF/situation6.pdf (21 ธันวาคม 2554).

คู่มือฝึกสอนระบบไฟฟ้าแสงอาทิตย์. (ออนไลน์). ชั่วโมงแสงอาทิตย์สูงสุด (Peak Sun Hour) สืบค้นจาก : www.palangthai.org/docs/PVUserManualThai.pdf (5 มกราคม 2555)

Bala, B.K. , Mondol, M.R.A. , Biswas , B.K. , Chowdury, B.L. Das ., Janjai, S. 2003. Solar drying of pineapple using solar tunnel drier. Renewable Energy 28, 183–190

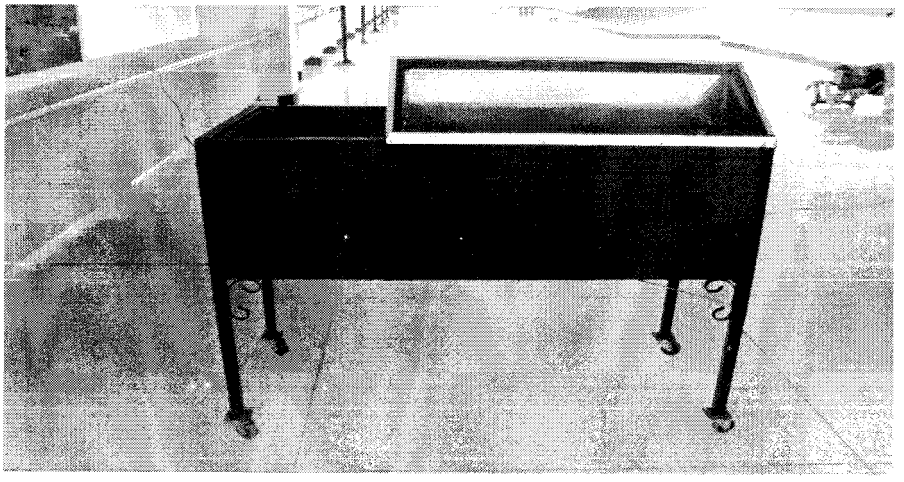
Hossain, M.A., Bala, B.K. 2007. Drying of hot chilli using solar tunnel drier. Solar Energy. 81, 85–92

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

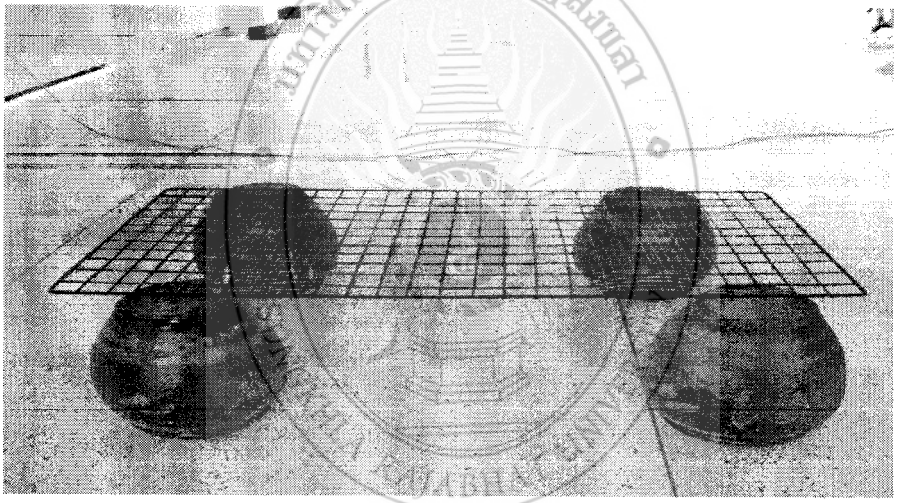
ภาคผนวก ก

เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลมและการตากแบบธรรมดา

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY



(ก) เครื่องอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลม

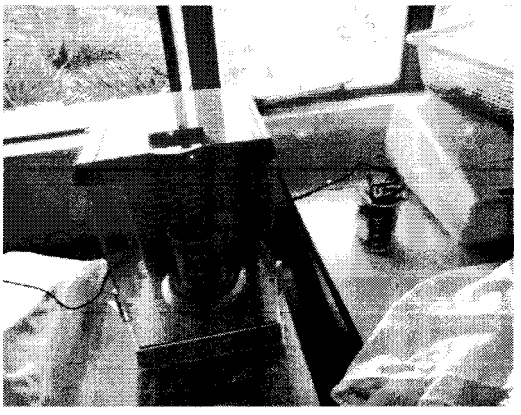


(ข) ตากแบบธรรมดา

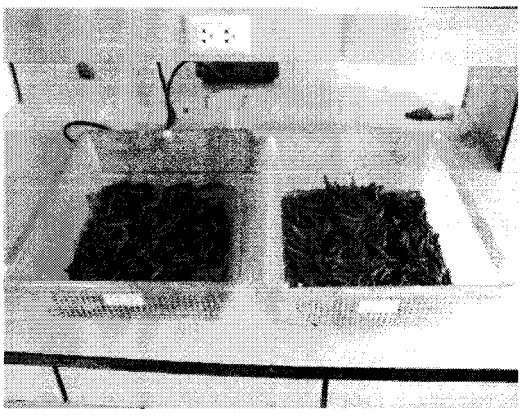
ภาพที่ ผก.1 เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลมและการตากแบบธรรมดา

ภาคผนวก ข

การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลม

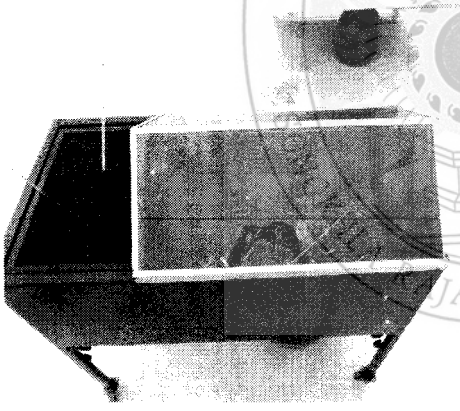


(ก) การชั่งพริก

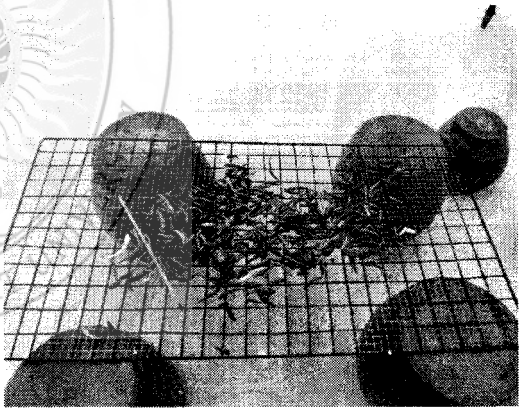


(ข) แบ่งพริกน้ำหนักเท่ากัน

ภาพที่ ผข.1 การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์

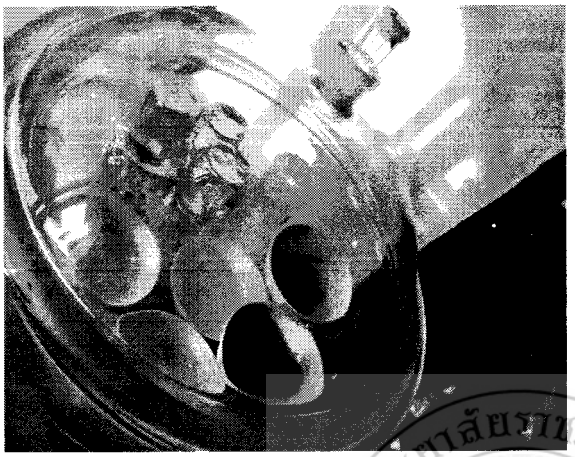


(ค) การวัดอุณหภูมิเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลม



(ง) การวัดอุณหภูมิแบบตากธรรมดา

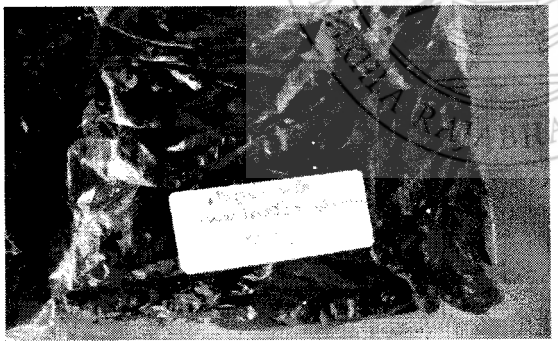
ภาพที่ ผข.2 การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์



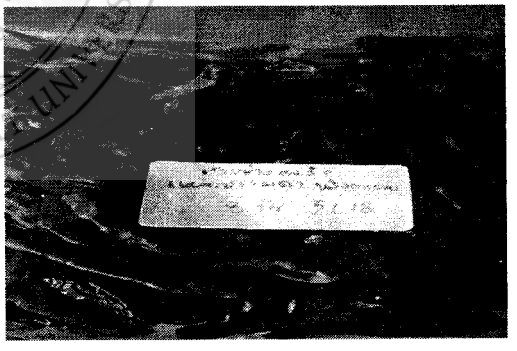
(จ) การหาความชื้น

(ฉ) การวัดสี

ภาพที่ ผข.3 การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์



ตัวอย่างพริกแบบใช้เครื่องอบแห้งพลังงาน
แสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลม



ตัวอย่างพริกตากแบบธรรมดา

(ช) พริกที่มีความชื้นน้อยกว่าร้อยละ 10

ภาพที่ ผข.4 การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์

ประวัติผู้จัดทำโครงการ

ชื่อ- สกุล นายฆอซาฟี กาเต๊ะ

วันเดือนปี เกิด 12 สิงหาคม 2532

ที่อยู่ 46 หมู่ 9 ตำบลบันนังสตา อำเภอบันนังสตา จังหวัดยะลา 95130

โทรศัพท์ 080-1391970

อีเมล์ fee.46@hotmail.com

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนบ้านเตาปูน(ธนาคารกรุงเทพ 16) จังหวัดยะลา
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนคัมภีร์วิทยา จังหวัดยะลา
มัธยมศึกษาตอนปลาย	โรงเรียนพัฒนาวิทยา ยะลา
ปริญญาตรี	โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา อำเภอเมืองสงขลา จังหวดสงขลา

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ประวัติผู้จัดทำโครงการ

ชื่อ- สกุล นายบือราเฮง ยูโซ๊ะ

วันเดือนปี เกิด 3 พฤษภาคม 2530

ที่อยู่ 65 หมู่ที่ 3 ตำบลเฉลิม อำเภอระแงะ จังหวัดนราธิวาส 96130

โทรศัพท์ 084-8626870

อีเมล์ heng_env@hotmail.com

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนบ้านสิโป จังหวัดนราธิวาส
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนดารุสสาลาม จังหวัดนราธิวาส
มัธยมศึกษาตอนปลาย	โรงเรียนดารุสสาลาม จังหวัดนราธิวาส
ปริญญาตรี	โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา อำเภอเมืองสงขลา จังหวดสงขลา

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY