รายงานวิจัย

เครื่องตากกล้วยสองด้านพร้อมกันด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

Two-Sided Banana drying machine with Solar energy

โชติวุฒิ ประสพสุข

CHOTIWUT PRASOPSUK

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

งานวิจัยนี้ได้รับทุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรีประจำปีงบประมาณ

พ.ศ.2562

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยชิ้นนี้ได้รับการสนับสนุนจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผศ.จินตนา เวชมี อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี และ ผศ.ดร.พงศ์ศรัณย์ จันทร์ชุ่ม ผู้อำนวยการสถาบันวิจัย ที่เล็งเห็นความสำคัญของงานวิจัยสร้างองค์ความรู้ และได้อนุมัติงบประมาณในงานวิจัยชิ้น เพื่อนำนวัตกรรมที่ได้จากงานวิจัยชิ้นนี้นำไปต่อยอด สร้างองค์ความรู้ใหม่ให้กับชุมชนได้ และขอขอบคุณ อาจารย์และเจ้าหน้าที่ แขนงวิชา เทคโนโลยีเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ที่คอยช่วยเหลือให้งานวิจัยชิ้นนี้ผ่านไปได้ด้วยดี

ผู้วิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

ชื่อเรื่อง เครื่องตากกล้วยสองด้านพร้อมกันด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

ผู้วิจัย อาจารย์ โชติวุฒิ ประสพสุข

ปีการศึกษา 2562

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการลดระยะเวลาของการตากกล้วยแห้ง โดยทำการพัฒนาต่อจากเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ด้านบนเป็นทรงโดมทำหน้าที่รับแสงอาทิตย์และสะสมความร้อนสำหรับอบแห้ง ซึ่งมีข้อจำกัดคือสามารถอบได้เพียงฝั่งเดียว ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการนำแผ่นสะท้อนแสงติดตั้งด้านล่างของตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ โดยทำการศึกษามุมของแผ่นสะท้อนแสงกับแนวระนาบ ที่มีผลต่อการอบกล้วยแห้งให้ด้านล่างของกล้วยได้รับความร้อนในขณะเดียวกัน โดยทำการศึกษามุมของแผ่นสะท้อนแสงกับแนวระนาบที่มุม 15°, 30° และ 45° เมื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิด้านบนตะแกรงและด้านล่างตะแกรงในแต่ละมุม พบว่า ที่มุม 30° นั้น อุณหภูมิด้านบนและด้านล่างใกล้เคียงกัน อันเนื่องมาจากเป็นมุมที่แผ่นสะท้องแสงสามารถสะท้อนแสงเข้าไปภายในห้องอบได้ดีที่สุด เมื่อพิจารณาร้อยละความชื้นมาตรฐาน พบว่า ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งแผ่นสะท้อนแสงมุม 30° จะทำให้ความชื้นคงเหลือร้อยละ 18.4 ภายในระยะเวลา 18 ชั่วโมง ซึ่งดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกรณีศึกษาอื่น

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิษณุโลก

Research Title	Two-Sided Banana drying machine with Solar energy
Researcher	Chotiwut Prasopsuk
Year	2018

Abstract

The objective of this research is to reduce the duration of dried bananas. The top is a dome shape that receives sunlight and collects heat for drying. However it has a limitation that can be baked on only one side. The researcher therefore has the idea of using a reflector to install on the bottom of the solar oven, to studying the angle of the reflector in 15°, 30° and 45°.Compare the temperature of the top and bottom of dryer in each angle, found that at 30 ° angle, the temperature of the top and bottom are similar, because it is the angle that the reflector sheet can reflect the light into the dryer best. Considering the standard moisture percentage, the solar dryer equipped with reflector at 30 ° angle will reduce the moisture content to 18.4% within the period of 18 hours, which is the best when compared to other case studies.

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญรูป	ง
สารบัญตาราง	จ
บทที่ 1 บทนำ	
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	1
ขอบเขตในการศึกษา	2
คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย/นิยามศัพท์เฉพาะ	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎี	
ทฤษฎี	3
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	
การวางแผนและการดำเนินงาน	11
การออกแบบ	12
การดำเนินการสร้าง	13
การตรวจสอบและทดสอบ	14
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	15
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	
สรุปผลการวิจัย	19
บรรณานุกรม	20

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
รูปที่ 2.1 เมล็ดพืชที่มีความชื้น	4
รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงาน	11
รูปที่ 3.2 ส่วนประกอบ	12
รูปที่ 3.3 การสร้างตู้อบแห้ง	13
รูปที่ 3.4 โครงสร้างตู้อบแห้ง	13
รูปที่ 3.5 โดมรับแสง	13
รูปที่ 3.6 เครื่องตากกล้วยแบบสองด้าน	14

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

กล้วยจัดเป็นพืชล้มลุกขนาดใหญ่ เมื่อกล้วยเจริญเติบโตเต็มที่ จะเริ่มสร้างช่อดอกและลำต้นที่มีช่อดอกอ่อนบรรจุอยู่ ผลกล้วยพัฒนาจากดอกเพศเมีย กลุ่มของดอกเพศเมียหนึ่งกลุ่ม จะเจริญเป็นผลเรียกว่าหวี ซึ่งหนึ่งหวีมีผลกล้วยประมาณ 20 ผล กลุ่มหวีบนช่อดอกเจริญเป็นเครือ ซึ่งอาจมี 3-20 หวี [1] กล้วยเป็นพืช ที่ใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย ใบกล้วยหรือที่เรียกกันว่าใบตองนั้น ใช้ห่ออาหารและทำงานฝีมือหลายชนิด นอกจากนี้ส่วนต่างๆของกล้วยยังนำเอามาเป็นอาหารได้หลายส่วน เช่นหัวปลี หยวกกล้วย และผลกล้วยที่สามารถรับประทานได้ทุกเพศทุกวัย อีกทั้งยังสามารถนำไปแปรรูปเป็นผลผลิตอื่นได้เช่น กล้วยแขก กล้วยบวชชี กล้วยปิ้ง เป็นต้น กล้วยสามารถออกผลผลิตได้ตลอดฤดูกาล อีกทั้งยังเป็นพืชที่ปลูกง่าย ดูแลง่ายและให้ผลผลิตสูง เกษตรกรหรือแม้แต่ครัวเรือนจึงนิยมปลูกกล้วยไว้รับประทาน ด้วยเหตุนี้ราคาของกล้วยจึงมีราคาค่อนข้างต่ำมาโดยตลอด เกษตรกรจึงนิยมนำกล้วยมาแปรรูปเป็นอาหารในลักษณะต่างๆ แต่ที่ได้รับความนิยมและขายได้ราคาดีคือกล้วยตาก

การตากกล้วยเป็นหนึ่งในกรรมวิธีถนอมอาหาร เป็นกระบวนการลดน้ำหนักของอาหาร ทำให้อาหารมีน้ำหนักที่เบาลง โดยใช้ตัวกลางทำหน้าที่ถ่ายเทความร้อนจากบรรยากาศไปสู่อาหารที่มีความชื้นอยู่ ความชื้นในอาหารจึงระเหยออกไปโดยมีความร้อนเป็นตัวพาออกสู่บรรยากาศ โดยทั่วไปวิธีที่เกษตรกรหรือผู้ประกอบการนิยมใช้กันในอดีตคือ การตากแห้งตามธรรมชาติ วิธีดังกล่าวถึงแม้จะทำได้ง่ายและเสียค่าใช้จ่ายน้อย แต่ผลผลิตที่ตากมักเสียหายจากการเปียกฝน และถูกทำลายด้วยนก หนู หรือแมลง อีกทั้งยังถูกปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกจากสภาพแวดล้อม จากปัญหาดังกล่าวในช่วงที่ผ่านมานักวิจัยในประเทศไทยได้พยายามพัฒนาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับอบแห้งผลิตภัณฑ์ต่างๆ ยกตัวอย่างเช่น การสร้างตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์

จากการลงสำรวจแหล่งผลิตกล้วยตากในจังหวัดลพบุรี พบว่าเกษตรกรในพื้นที่ผลิตกล้วยตากแบบครัวเรือน จึงทำให้การสร้างโดมแบบพาราโบลาไม่เหมาะสม เพราะมีขนาดใหญ่และมีราคาสูง และผู้วิจัยต้องการแก้ปัญหาเรื่องการตากกล้วยที่ต้องกลับด้านสองด้าน ผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดที่จะนำโดมแบบพาราโบลาย่อส่วนให้เล็กลงแล้วนำมาติดตั้งบนตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ และด้านล่างของตู้ติดตั้งแผ่นสะท้อนแสง เพื่อให้แสงตกกระทบด้านล่างและให้สะท้อนขึ้นมายังด้านล่างของกล้วยตาก ทำให้สามารถตากแห้งได้พร้อมกันทั้งสองด้านในเวลาเดียวกันได้

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. เพื่อวิจัยและสร้างตู้ตากกล้วยตากสองด้านพร้อมกันด้วยพลังงานแสงอาทิตย์
2. เพื่อลดเวลาการผลิตกล้วยตากให้น้อยลง
3. เพื่อยกระดับการผลิตกล้วยตากของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนในจังหวัดลพบุรี

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1. ใช้กล้วยน้ำว้าในการทดลอง
2. ศึกษามุมเอียงของแผ่นสะท้อนที่มุม 15, 30, และ 45 องศ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้เครื่องตากกล้วยแบบสองด้านพร้อมกัน เพื่อช่วยลดระยะเวลาการผลิต และเพิ่มผลผลิตแก่กลุ่มวิสาหกิจชุมชน
2. ได้นำงานวิจัยมาบูรณาการกับการเรียนการสอน และนำผลลัพธ์ที่ได้จากงานวิจัยนำมาบริการวิชาการแก่ชุมชนตามพันธกิจของมหาวิทยาลัย
3. นำองค์ความรู้ที่ได้จากงานวิจัย นำไปตีพิมพ์เผยแพร่ในระดับชาติได้

1.5 คำศัพท์เฉพาะ

กล้วยตาก หมายถึง การแปรรูปกล้วยโดยการใช้แสงอาทิตย์ทำให้ความชื้นออกจากผลิตภัณฑ์เพื่อยืดอายุและถนอมอาหาร

ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ หมายถึง ตู้อบที่ใช้แสงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานความร้อน โดยเป็นระบบปิด ป้องกันฝุ่นละอองและเชื้อโรค

แผ่นสะท้อนแสง หมายถึง วัสดุที่มีความมันวาว สามารถสะท้อนแสง โดยการทำให้เกิดมุมตกกระทบจากแหล่งกำเนิด ไปยังวัสดุที่ต้องการ

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎี

2.1.1 กล้วยน้ำว้า

กล้วยน้ำว้าจัดเป็นพืชในวงศ์มูซาซีอี้ (MUSACEAE) มีชื่อเรียกเป็นภาษาพื้นเมืองแตกต่างกันออกไปในแต่ละท้องถิ่น โดยลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของกล้วยน้ำว้าจัดเป็นพืชล้มลุก ลำต้นสูง ลำต้นที่อยู่เหนือดินมีรูปร่างกลม มีกาบใบหุ้มซ้อนกัน ใบมีสีเขียวขนาดใหญ่ ที่เรียกว่า ใบตองลักษณะของดอกกล้วยน้ำว้าจะออกดอกที่ปลายเป็นช่อห้อยหัวลงยาว 1-2 ศอก ที่เรียกว่า ปลี หรือหัวปลี ดอกจะมีดอกย่อยออกเป็นแผงซึ่งเมื่อผสมติดจะให้ผลดังนั้นลักษณะของผลจะติดกันเป็นแผงเรียกว่า หวี ซ้อนกันหลายหวี เรียกว่า เครือผลเมื่อยังอ่อนจะมีลักษณะเป็นเหลี่ยมค่อนข้างชัดเจน ก้านผลยาว เลือกหนามีสีเขียวบางสายพันธุ์จะมีนวลที่ผิวเปลือกผล เช่น กล้วยน้ำว้าขาว กล้วยน้ำว้านวลบางสายพันธุ์ไม่มีนวล เช่น กล้วยน้ำว้าเขียวและเมื่อผลสุกเหลี่ยมจะค่อยๆลบเลือนไปผิวเปลือกผลจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเนื้อผลมีสีขาวถึงสีขาวอมเหลือง มีรสหวาน มีกลิ่นหอมเย็นที่แกนกลางหรือไส้กลางผลจะมีสีแตกต่างกันออกไปขึ้นกับชนิดของสายพันธุ์ เช่นกล้วยน้ำว้าเหลืองที่แกนกลางผลจะมีสีเหลือง กล้วยน้ำว้าแดงที่แกนกลางผลจะมีสีชมพูและกล้วยน้ำว้าขาวหรือมะลิอ่องที่แกนกลางผลจะมีสีขาวการแพร่ขยายพันธุ์ของกล้วยน้ำว้านั้น จะใช้การแตกหน่อ

มีงานวิจัยที่เกี่ยวกับกล้วย เช่นการพัฒนาการผลิตเครื่องดื่มทั้งที่มีแอลกอฮอล์และไม่มีแอลกอฮอล์จากกล้วยการทำซอสกล้วยปรุงรส โดยศึกษากรรมวิธี การผลิต และการเก็บรักษาจากการใช้กล้วยน้ำว้า กล้วยไข่ และกล้วยหอมทอง ซึ่งพบว่า กล้วยน้ำว้าเหมาะสมที่สุดเพราะมีราคาถูกและเก็บไว้ได้นานโดยไม่แยกชั้น การแปรรูปกล้วยสรุปได้คือ การอบ/ตากเป็นการใช้เทคโนโลยีการตากแห้ง/อบแห้งอุณหภูมิที่ใช้ไม่เกิน 70 องศาเซลเซียสโดยระเหยน้ำออกการทอดเป็นการใช้เทคโนโลยีการระเหยน้ำออกโดยใช้ อุณหภูมิ 160-180 องศาเซลเซียส การใช้ความร้อนต่ำโดยตรงในการปิ้งให้แป้งกล้วยสุกและร้อนภายในผิวนอกจะแห้งแข็งและเนื้อในนุ่มอุณหภูมิความร้อนที่ใช้ปิ้งจะสูงเกิน 100 องศาเซลเซียส การต้ม/นึ่งกล้วยที่ห่ามจะนำไปต้มในน้ำร้อน/น้ำเดือดหรือนึ่งด้วยไอน้ำจนสุกใช้ทำกล้วยต้มผสมมะพร้าวคลุกน้ำตาล

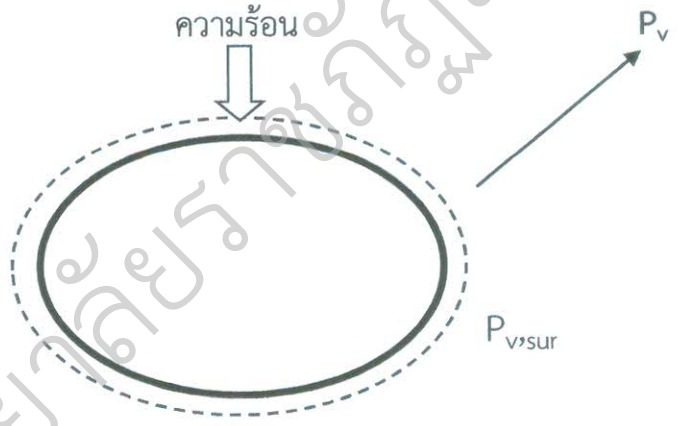
2.1.2 การทำให้แห้ง

การอบแห้งคือกระบวนการลดความชื้นโดยใช้ความร้อนถ่ายเทไปยังวัสดุชื้นเพื่อไล่ความชื้นออกโดยการระเหยน้ำออกจากวัสดุ ซึ่งจะเกิดกระบวนการถ่ายเทความร้อนและมวลสารเกิดขึ้นพร้อมๆกันเมื่อใช้อากาศเป็นตัวกลางในการอบแห้งโดยการผ่านอากาศร้อนไปยังวัสดุความร้อนจะถูกถ่ายเทให้แก่วัสดุทำให้น้ำในวัสดุระเหยกลายเป็นไอและไอน้ำที่ได้จะถูกนาออกมาโดยกระแสอากาศหรือการดูดอากาศ

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

การอบแห้งเป็นวัสดุที่มีโครงสร้างภายในลักษณะเป็นรูพรุนแบ่งออกได้ 2 ช่วงคือ ช่วงอัตราการอบแห้งคงที่และช่วงอัตราการอบแห้งลดลงเมื่อวัสดุถูกทำให้แห้งลงในลักษณะชั้นบางที่สภาวะของอากาศคงที่ (อุณหภูมิความชื้นและความเร็วของกระแสอากาศคงที่) อัตราการอบแห้งจะคงที่ในช่วงระยะเวลาหนึ่งหลังจากนั้นจะเริ่มลดลงและความชื้นของวัสดุที่อัตราการอบแห้งเริ่มเปลี่ยนจากคงที่เป็นลดลงเรียกว่าความชื้นวิกฤติ

ในช่วงอัตราการอบแห้งคงที่ความชื้นของวัสดุมีค่าสูงกว่าความชื้นวิกฤติที่ผิวของวัสดุจะมีน้ำเกาะอยู่เป็นจำนวนมากเมื่อผ่านกระแสอากาศไปบนวัสดุน้ำจะระเหยออกจากวัสดุไปยังอากาศการถ่ายเทความร้อนและมวลจะเกิดขึ้นเฉพาะที่ผิวของวัสดุเท่านั้นและช่วงอัตราการอบแห้งลดลงความชื้นของวัสดุมีค่าต่ำกว่าความชื้นวิกฤติน้ำจะเคลื่อนที่จากภายในตัววัสดุมาที่ผิวในลักษณะของเหลวซึ่งปรากฏการณ์นี้จะเกิดขึ้นในระยะแรกที่วัสดุยังมีความชื้นสูงเมื่อความชื้นลงต่ำลงการเคลื่อนที่ของน้ำจะอยู่ในรูปของไอน้ำและในเมล็ดพืชจะมีแต่ช่วงอัตราการอบแห้งลดลงเท่านั้น



รูปที่ 2.1 เมล็ดพืชที่มีความชื้น
ที่มา : www.baanjomyut.com

หมายเหตุ

$P_{v,SUR}$ คือ ความดันของไอน้ำที่ผิววัตถุ

P_v คือ ความดันไอน้ำในอากาศ

การเคลื่อนตัวของน้ำจากภายในวัตถุชั้นออกมาที่ผิว เป็นกระบวนการที่ซับซ้อนและขึ้นกับโครงสร้างของวัตถุนั้นตัวอย่างกระบวนการเหล่านี้ได้แก่ การแพร่การไหลภายในท่อเล็กในโครงสร้างของวัตถุ การไหลจากความดันออสโมติกและการไหลเนื่องจากแรงโน้มถ่วงเป็นต้นการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับอธิบายกรบวนการเหล่านี้มีความซับซ้อนมาก

หลักการในการทำแห้ง มีหลายวิธีคือ

1) ใช้กระแสลมร้อนสัมผัสกับอาหาร เช่น ตู้อบแสงอาทิตย์ ตู้อบลมร้อน

2) พ่นอาหารที่เป็นของเหลวไปในลมร้อนเครื่องมือที่ใช้คือ เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

3) ให้อาหารข้นสัมผัสผิวหน้าของลูกกลิ้งร้อนเครื่องมือที่ใช้คือ เครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้ง

4) กำจัดความชื้นในอาหารในสภาพที่ทำน้ำให้เป็นน้ำแข็งแล้วกลายเป็นไอในห้องสุญญากาศ ซึ่งเป็นการทำให้อาหารแห้งแบบเยือกแข็งโดยเครื่องอบแห้งแบบเยือกแข็ง

5) ลดความชื้นในอาหารโดยใช้ไมโครเวฟหลักในการทำอาหารให้แห้ง คือจะต้องไล่น้ำหรือความชื้นที่มีอยู่ในผลิตผลการเกษตรออกไปแต่จะยังมีความชื้นเหลืออยู่ในผลิตภัณฑ์มากน้อยแล้วแต่ชนิดของอาหาร

อัตราการอบแห้งวัสดุโดยทั่วไปที่ใช้ลมร้อนเป็นตัวกลางในการส่งผ่านความร้อนจะเกิดขึ้นช้าหรือเร็วนั้นมีปัจจัยที่สำคัญซึ่งมีผลต่ออัตราการอบแห้งคือ

1) ลักษณะทางธรรมชาติของวัสดุ เป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดที่มีผลต่ออัตราการอบแห้งของวัสดุ ถ้าสภาพทางธรรมชาติของวัสดุเอื้ออำนวยต่อการส่งผ่านความร้อนไปยังโมเลกุลของน้ำภายในเนื้อวัสดุ และเอื้ออำนวยต่อการเคลื่อนที่ของไอน้ำออกจากวัสดุ เช่น วัสดุที่มีโครงสร้างเป็นรูพรุนโมเลกุลของน้ำในเนื้อวัสดุสามารถเคลื่อนที่ออกมาได้ง่ายทำให้อัตราการอบแห้งเร็วขึ้น

2) ขนาดและรูปร่างของวัสดุ วัสดุที่มีขนาดและรูปร่างที่ทำให้อัตราส่วนของพื้นที่ต่อปริมาตรมากจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการส่งผ่านความร้อนให้ทั่วชิ้นวัสดุทำให้การระเหยน้ำออกจากเนื้อวัสดุดีขึ้นอัตราการอบแห้งจึงเร็วขึ้น

3) ปริมาณและการจัดเรียงวัสดุ วัสดุที่นำมาจัดเรียงซ้อนกันหลายๆชั้นในถาดทำให้ปริมาณของวัสดุต่อถาดมากเกินไปจะทำให้วัสดุที่อยู่บริเวณตรงกลางได้รับความร้อนไม่ทั่วถึงทำให้บริเวณนั้นมีอัตราการอบแห้งที่ช้าการจัดเรียงที่เหมาะสมควรทำการจัดเรียงเป็นแบบชั้นบางเพื่อให้วัสดุได้รับความร้อนอย่างสม่ำเสมอ

4) อุณหภูมิของอากาศร้อน เมื่ออุณหภูมิของอากาศร้อนสูงขึ้นอัตราการอบแห้งจะเร็วขึ้น เนื่องจากความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของอากาศร้อนกับวัสดุมีมากทำให้การถ่ายเทความร้อนสู่น้ำในเนื้อวัสดุได้ดีจึงทำให้น้ำในเนื้อวัสดุเคลื่อนที่และระเหยได้เร็วขึ้นถึงแม้ว่าอุณหภูมิที่สูงจะทำให้ อัตราการอบแห้งเร็วขึ้นแต่ก็ต้องคำนึงถึงความเหมาะสมกับวัสดุที่ใช้ในการอบแห้งด้วย

5) ความชื้นของอากาศร้อน หากความชื้นของอากาศร้อนมีค่ามากจะมีผลให้การเคลื่อนที่ของน้ำและการระเหยของไอน้ำออกจากเนื้อวัสดุได้ยาก

6) ความดันของบรรยากาศ การอบแห้งโดยทั่วไปมักทำที่ความดันหนึ่งบรรยากาศถ้าหากมีการลดความดันของบรรยากาศในขณะทำการอบแห้งจะทำให้อัตราการอบแห้งเพิ่มขึ้นเนื่องจากจะทำให้จุดเดือดของน้ำลดลงซึ่งการอบแห้งประเภทนี้เหมาะกับการอบแห้งวัสดุที่เสื่อมคุณภาพได้ง่ายเนื่องจากความร้อน เครื่องอบแห้งมีการลดความดันในสภาวะการอบแห้งเช่น เครื่องอบแห้งสุญญากาศแบบลูกกลิ้ง เป็นต้น

7) ความเร็วลมร้อน ถ้าความเร็วของลมร้อนมีค่ามากจะทำให้เกิดการระเหยของน้ำที่ผิวหน้าวัสดุได้ดีขึ้นทำให้อัตราการอบแห้งเร็วขึ้น

8) สมบัติเชิงความร้อนและฟิสิกส์ของวัสดุ คุณสมบัติเชิงความร้อนของวัสดุที่เกี่ยวข้องกับการอบแห้งคือ ความร้อนจำเพาะสภาพการนำความร้อนและการแพร่ความร้อนส่วนคุณสมบัติทางฟิสิกส์ ได้แก่ ความหนาแน่นจริงความหนาแน่นปรากฏและสัดส่วนช่องว่างอากาศในกองวัสดุ

การส่งผ่านความร้อนภายในผลิตภัณฑ์เกิดขึ้นโดยการนำ เนื่องจากอุณหภูมิและมีเพียงเล็กน้อยที่เกิดจากการพาเนื่องจากการเคลื่อนที่ของความชื้นการเคลื่อนที่ของความชื้นในวัสดุอาหารอาจเกิดขึ้นจากกลไกที่ต่างกันคือ

1) การไหลภายในท่อเนื่องจากมีความลาดชันของความดันการแพร่กระจายของเหลว

2) การแพร่กระจายของไอเนื่องจากความดันไอสมดุลการไหลแบบหมุนวนเนื่องจากอิทธิพลการกระจายความดันซึ่งมีสาเหตุมาจากความดันภายนอกหรืออุณหภูมิที่สูง

การถ่ายเทมวลจากผลิตภัณฑ์ไปสู่สิ่งแวดล้อมเกิดขึ้นเนื่องจากการพาความร้อนซึ่งเป็นผลมาจากความแตกต่างของความดันไอสมดุลที่ชั้นขอบเขตสำหรับการไหลภายนอกในบริเวณรอยต่อของอากาศและ ผลิตภัณฑ์ การระเหยโดยตรงเกิดขึ้นเมื่อความดันไอในผิวมีค่าเท่ากับความดันบรรยากาศ อย่างเช่น ในกรณีนี้ของการทำแห้งด้วยสุญญากาศและการทำให้แห้งโดยแบบแช่แข็ง

การทำให้แห้ง หมายถึง การใช้ความร้อนภายใต้สภาวะควบคุมเพื่อกำจัดน้ำส่วนใหญ่ในอาหารโดยการระเหยหรือการระเหิดของน้ำในการอบแห้งแบบระเหิดวัตถุประสงค์ของการอบแห้งคือการยืดอายุการเก็บรักษาอาหารโดยการลดค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ซึ่งมีผลไปยับยังการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์และการทำงานของเอนไซม์นอกจากนี้การลดน้ำหนักและปริมาณของอาหารยังช่วยลดค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาและการขนส่งเพิ่มความหลากหลายและความสะดวกให้แก่ผู้บริโภคอย่างไรก็ตามการอบแห้งมีข้อเสียบางประการกล่าวคือทำให้เกิดการสูญเสียคุณภาพการบริโภคและคุณภาพทางโภชนาการของอาหาร วัตถุประสงค์ของการออกแบบเครื่องอบแห้ง คือ การหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการทำอาหารแต่ละชนิดให้แห้งโดยมีการสูญเสียคุณภาพการบริโภคและคุณภาพทางโภชนาการน้อยที่สุด ซึ่งในผลิตภัณฑ์อาหารส่วนมากจะไม่ใช้วัสดุที่สามารถทำให้แห้งจนความชื้นมีค่าเป็นศูนย์ได้ แต่จะมีความชื้นจำนวนหนึ่งแฝงอยู่ เช่น ผัก ผลไม้ และเนื้อสัตว์ต่างๆ ซึ่งต่างจากวัสดุอื่นๆเช่น ทรายหรือน้ำซึ่งสามารถทำให้แห้งจนมีค่าความชื้นเป็นศูนย์ได้

2.1.3 ความชื้นในเมล็ดพืช

ความชื้นในเมล็ดพืชคือปริมาณน้ำที่มีอยู่ในเมล็ดพืช เมื่อพิจารณาดูจะพบว่าในเมล็ดพืชประกอบด้วย 2 ส่วน คือส่วนที่เป็นน้ำหนักแห้งของเมล็ดพืชซึ่งจะมีค่าคงที่ตลอด กับส่วนที่เป็นน้ำหนักน้ำที่มีอยู่ในเมล็ดพืช โดยส่วนน้าหนักน้าในเมล็ดพืชจะเปลี่ยนแปลงตามความชื้นของเมล็ดพืช

ความชื้นมาตรฐานเปียก

$$M_w = \frac{W_w}{W_w + W_d} \times 100 \qquad (2)$$

ความชื้นมาตรฐานแห้ง

$$M_d = \frac{W_w}{W_d} \times 100 \qquad (3)$$

เมื่อ

M_w คือ ความชื้นมาตรฐานเปียก
M_d คือ ความชื้นมาตรฐานแห้ง
W_w คือ น้ำหนักเริ่มต้นของผลิตภัณฑ์
W_d คือ น้ำหนักวัสดุที่แห้ง

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยและพัฒนาเครื่องอบแห้ง ซึ่งใช้พลังงานแสงอาทิตย์เป็นแหล่งกำเนินความร้อน ซึ่งมีงานวิจัย หลายแบบและสามารถสรุปดังต่อไปนี้

มานนท์สังข์ กลิ่นหอม (2548) ได้ทำการวิจัย เรื่อง เครื่องอบแห้งผักและผลไม้โดยรางรวมแสงอาทิตย์แบบพาราโบลิคร่วมกับกระจกสะท้อนแสงและระบบกักเก็บพลังงานแบบเปลี่ยนเฟส โดยใช้กล้วยน้ำว้าเป็นวัตถุดิบในการทดลองใช้แสงอาทิตย์เป็นแหล่งความร้อนหลักและอาศัยระบบกักเก็บพลังงานความร้อนแบบเปลี่ยนเฟสเป็นแหล่งความร้อนในเวลาที่ไม่มีแสงอาทิตย์โดยสร้างชุดรวมแสงอาทิตย์แบบรางพาราโบลิค และกระจกสะท้อนแสง ขนาด 0.6 X 1.74 m^2สองบานพื้นที่ของรางพาราโบลิคเท่ากับ1.54 m^2 ตู้อบแห้งมีขนาด 0.8 X 0.6 X 0.7 m^3 ชุดกักเก็บพลังงานแบบเปลี่ยนเฟสใช้พาราฟินจำนวน 479 kg เป็นสารกักเก็บพลังงานผลการทดลองพบว่า ประสิทธิภาพชั่วขณะสูงสุดของชุดรวมแสงแบบรางพาราโบลิคร่วมกับกระจกสะท้อนแสงเท่ากับ 39.79 % เมื่อพิจารณาจากขนาดพื้นที่รับแสงทั้ง หมดและ 86.82 % เมื่อพิจารณาเฉพาะพื้นที่ของรางพาราโบลิคไม่รวมพื้นที่สะท้อนแสงความร้อนที่ได้นำมาอบกล้วยน้ำว้าที่ความชื้นเริ่มต้น 245 %db. ให้เหลือความชื้นสุดท้ายประมาณ 55%db. ใช้เวลา 42 ชั่วโมงเครื่องอบแห้งดังกล่าวสามารถคืนทุนได้ในเวลา 3.3 ปีและจากการหาขนาดที่เหมาะสมของเครื่องอบ50แห้งจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์พบว่าควรใช้ปริมาณพาราฟินอยู่ที่ 250 ถึง 350 kg ร่วมกับพื้น ที่รับแสงขนาด 6 ถึง7 m^2โดยคำนึงถึงความเหมาะสมของอุณหภูมิและการปรับเปลี่ยนอัตราการไหลของอากาศแล้ว

อากาศเสนีวงศ์ ณ อยุธยา และ วัฒนพงษ์ รักษ์วิเชียร (2548) ได้ทำการวิจัย เรื่องการประเมินค่าพลังงานความร้อนของจานพาราโบลา โดยศึกษาถึงการกระจายอุณหภูมิบนแผ่นเหล็กวงกลม สำหรับดูดซับพลังงานความร้อนและคำนวณหาค่าพลังงานที่ได้รับจากการรวมแสงอาทิตย์ที่ระยะห่างระหว่างจุดรวมแสงกับจานพาราโบลา สามระยะระบบจานรวมแสงนี้ประกอบด้วย 3 ส่วนสำคัญได้แก่จานรวมแสงพาราโบลา , ระบบติดตามดวงอาทิตย์อย่างง่ายด้วยมือและแผ่นเหล็กดูดซับ

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

พลังงานความร้อนจากการรวมแสงชุดจานพาราโบลานี้ความยาวโฟกัส 170 เซนติเมตร บุผิวด้วยแถบแผ่นสะท้อนแสงชนิดอลูมิเนียมอะโนไดทซ์โดยมีพื้นที่รับแสงรวมทั้งห้าใบเท่ากับ 0.98 ตารางเมตร ผลการประเมินค่าพลังงานความร้อนทั้งหมดจากแผ่นจานรวมแสงที่รับได้ในสภาวะที่ไม่มีการป้องกันการพาและการแผ่รังสีความร้อนพบว่าการกระจายอุณหภูมิบนแผ่นรวมแสงทั้งสามระยะรวมแสงยังคงลักษณะเป็นเส้นโค้งระฆังคว่ำและที่ระยะโฟกัส 170 เซนติเมตร ได้ค่าประสิทธิภาพออปติคเฉลี่ยตลอดวันของระบบนี้เท่ากับ 35.04 เปอร์เซ็นต์ โดยที่อุณหภูมิสูงสุดที่ทำได้ที่จุดกึ่งกลางแผ่นดูดซับความร้อนเท่ากับ 187 องศา

คมสนัน สุคนัธวณิช และ ทวีวัฒน์ สุภารส (2549) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์สมรรถนะเครื่องรับรังสีอาทิตย์รวมแสงแบบดิสก์ โดยออกแบบสร้างและวิเคราะห์สมรรถนะเครื่องรับพลังงานแสงอาทิตย์รวมแสงแบบดิสก์ ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของดิสก์เท่ากับ 1.5 เมตร พื้นที่ผิวที่ใช้รับแสง 1.95 ตารางเมตร ผิวหน้าเคลือบด้วยอลูมิเนียมลอยด์เพื่อใช้ในการสะท้อนรังสีความร้อน ระบบใช้น้ำเป็นสารแลกเปลี่ยนความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่อัตราการไหลที่ 0.5 ลิตร/นาที 0.7 ลิตร/นาทีและ 1 ลิตร/นาที จากการทดลองเครื่องรับพลังงานแสงอาทิตย์รวมแสงแบบดิสก์พบว่าเมื่อรางรับรังสีอาทิตย์แบบดิสก์ปรับมุมทุกๆ 15 องศา ต่อชั่วโมง โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ ± 2.0 เปอร์เซ็นต์ เพื่อติดตามการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์ทำให้การรวมแสงอาทิตย์ไปยังอุปกรณ์รับพลังงานความร้อน มีค่าคงที่สม่ำเสมอค่ารังสีแสงอาทิตย์ที่ได้จะมีค่ามากที่สุดอยู่ในช่วงเวลา 11.30-13.30 นาฬิกา โดยที่อัตราการไหลของน้ำ 0.5 ลิตร/นาที ระบบประสิทธิภาพสูงสุด 42 เปอร์เซ็นต์ ที่ความเข้มแสงอาทิตย์สูงสุดเท่ากับ 785.8 วัตต์ต่อตารางเมตร

ณัฐพล รุ่นประแสง (2547) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การอบแห้งกล้วยน้ำว้าด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้รางพาราโบลิคร่วมกับระบบกักเก็บพลังงานแบบเปลี่ยนเฟส โดยการศึกษาความเป็นไปได้ทางเทคนิคและทางเศรษฐศาสตร์ในการอบแห้งกล้วยน้ำว้า ผลการทดลองพบว่าประสิทธิภาพชั่วขณะของรางรับรังสีพาราโบลิคจะมีค่าสูงขึ้นเมื่อเพิ่มอัตราการไหลของน้ำที่ใช้ไหลผ่านตัวรับรังสีและเมื่อเพิ่มอัตราการไหลของอากาศภายในตู้อบแห้งพบว่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม ของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนมีค่าสูงขึ้นเล็ก น้อยและสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของถังกักเก็บ 51 พลังงานความร้อนในช่วงการประจุความร้อนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.37 กิโลวัตต์ต่อองศาเซลเซียสและในช่วงการดึงความร้อนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.35 กิโลวัตต์ต่อเซลเซียส ในการคำนวณเพื่อหาขนาดที่เหมาะสมของเครื่องอบแห้งจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์จะกำหนดเงื่อนไขการอบแห้งดังต่อไปนี้คืออุณหภูมิในการอบแห้งกล้วยอยู่ในช่วง 55-60 องศาในช่วงเวลากลางวันพลังงานที่ได้จากแสงอาทิตย์อบแห้งสามารถละลายพาราฟินในถังกักเก็บพลังงานความร้อนได้หมดพอดีและในช่วงเวลากลางคืนความร้อนจากพาราฟินในถัง กักเก็บพลังงานความร้อนสามารถดึงมาใช้ได้หมดพอดี พบว่าขนาดของเครื่องอบแห้งที่เหมาะสมคือขนาดถังกักเก็บพลังงานความร้อนขนาด 100 กิโลกรัม

พื้นที่รางรับแสงพาราโบลิค ขนาด 2x2.31 ตารงเมตร จำนวน 2 ราง, พื้นที่ของท่อในการแลกเปลี่ยนความร้อนในถังพาราฟินมีพื้นที่ขนาด 4 ตารางเมตร, อัตราการไหลของอากาศที่เหมาะสม 0.13,ทั้งนี้สามารผลิตกล้วยอบแห้งได้ครั้งละ 45 กิโลกรัม จากการวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์พบว่าจุดคุ้มทุนของเครื่องอบแห้งที่สร้างจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สามารถคืนทุนได้ในระยะเวลา 1.33 ปี

กิตติ สถาพรประสาธน์ , ฉัตรชัย นิ่มมล (2550) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาตัวรับแสงอาทิตย์แบบรางพาราโบลิคที่ติดตั้งอุปกรณ์ติดตามการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์ โดย มีเพื่อหาอุณหภูมิของอากาศที่ไหลผ่านตัวรับแสงอาทิตย์แบบรางพาราโบลิคที่ติดตั้งอุปกรณ์การเคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์โดยมีพื้นที่รับแสงขนาด 0.7 X 1.2 m^2 และมีท่อรับแสงทำด้วยทองแดงมีเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 25.4 มิลลิเมตร ผลการทดลองพบว่ารางรวมแสงที่เคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์ มีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่า 87.6 องศาและความร้อนเฉลี่ยจากการถ่ายเทความร้อนของดวงอาทิตย์เท่ากับ 72.45 วัตต์ ประสิทธิภาพสูงสุดเท่ากับ 39.58 เปอร์เซ็นต์ ในขณะรางรวมแสงที่ไม่เคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์จะมีอุณหภูมิเฉลี่ยของทางออกมีค่า 77.7 องศาความร้อนเฉลี่ยที่ได้จากการถ่ายเทความร้อนของดวงอาทิตย์เท่ากับ 55.54 วัตต์ ประสิทธิภาพสูงสุดเท่ากับ 24.6 เปอร์เซ็นต์ด้วยการใช้ตัวรับแสงแบบเคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์จะมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น 14.98 เปอร์เซ็นต์

ขวัญฤทัย อร่ามดิลกรัตน์ (2548) ได้ทำการวิจัย เรื่องการปรับปรุงประสิทธิภาพระบบผลิตไฟฟ้าและนำความร้อนโดยใช้เซลล์แสงอาทิตย์ร่วมกับรางรวมแสงแบบรูปประกอบพาราโบลา โดยปรับปรุงประสิทธิภาพระบบผลิตไฟฟ้าและนำความร้อนของเซลล์แสงอาทิตย์โดยใช้เซลล์แสงอาทิตย์ร่วมกับรางรวมแสงแบบรูปประกอบพาราโบลา จากผลการทดสอบพบว่าเป้ารับรังสีขนาดเล็กนั้นมีความสม่ำเสมอบนพื้นที่รับรังสีมากกว่าเป้ารับรังสีขนาดใหญ่และการใช้ระบบผสมผสานระหว่างเซลล์แสงอาทิตย์กับ CPC ที่มีเป้ารับรังสีขนาดเล็กนั้นมีประสิทธิภาพทางไฟฟ้าสูงกว่าระบบเดมิ และได้ประสิทธิภาพทางความร้อนสูงกว่าประสิทธิภาพทางไฟฟ้าประมาณ 5 เท่าในส่วนของการระบายความร้อนนั้นระบบที่มีปริมาณทองแดง 50 เปอร์เซ็นต์ให้ประสิทธิภาพทางความร้อนสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับระบบที่มีปริมาณทองแดง 30เปอร์เซ็นต์ และ 10เปอร์เซ็นต์ ที่อัตราการไหลเชิงมวล 0.083 kg s เป็น 88เปอร์เซ็นต์, 87 เปอร์เซ็นต์ และ 70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

เผชิญ จันทร์สา, บัณฑิตลิ้ม มีโชคชัยและ จำนงสรพิพัฒน์ (2550) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาเครื่องอบแห้งพลังแสงอาทิตย์ในประเทศไทย : สมรรถนะเชิงพลังงานและแนวทางการส่งเสริม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาและส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ 52 ในประเทศไทยโดยศึกษาถึง ความเหมาะสมของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์กับสภาพภูมิอากาศในประเทศไทย จากผลการทดสอบพบว่าสภาพการทำงานของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ในภูมิอากาศประเทศไทยพบว่าเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบ passive system ขนาด 1.65 ตารางเมตร สามารถอบแห้งได้อุณหภูมิสูงสุด 57องศา โดยทั้งปี

สามารถทำอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 49 องศา ณ เวลาประมาณ12:00 น. ประสิทธิภาพโดยเฉลี่ยทั้งปีประมาณ 26.8 เปอร์เซ็นต์ ค่าพลังงานการอบแห้งที่สามารถทำได้ทั้งปีเท่ากับ2,748 เมกะจูน โดยคิดเป็นค่าพลังงานที่ผลิตได้ทดแทนน้ำมันเตา (น้ำมันเตามีค่าความร้อน 39.77 เมกะจูนล์/ลิตร) ได้เท่ากับ 260 ลิตร/ปีหรือ0.55 บาท/เมกะจูนล์ โดยใช้เงินลงทุนเฉลี่ย 6,000 บาท/ตาราเมตร และจากการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์พบว่าระยะเวลาคืนทุนอยู่ที่ 2.9 ปี

พีรพัฒน์ คำเกิด และ นิพนธ์ เกตุจ้อย (2553) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบผลของอุณหภูมิที่มีผลกระทบต่อการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตั้งอยู่กับที่และแบบเคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทำการเปรียบเทียบผลของอุณหภูมิที่มีผลกระทบต่อการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตั้งอยู่กับที่ และแบบเคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์ ผลจากการวิจัยพบว่าอุณหภูมิแวดล้อมเฉลี่ยเท่ากับ 33.14 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบเคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์มีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 55.24องศาเซลเซียส แบบติดตั้งอยู่กับที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 47.84องศาเซลเซียส ซึ่งสูงกว่าอุณหภูมิแวดล้อมเท่ากับ 22.10 และ 14.70 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ตามลำดับแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบเคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์มีอุณหภูมิสูงกว่าแบบติดตั้งอยู่กับที่คิดเป็นร้อยละ15.47

จุฑามาศ กลิ่นชื่น (2545) ได้ทำการวิจัยเรื่องการเพิ่มประสิภาพ ของเซลล์แสงอาทิตย์ด้วยระบบรวมแสงแบบรูปประกอบพาราโบลา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มความเข้มแสงอาทิตย์ก่อนตกกระทบลงบนเซลล์แสงอาทิตย์วิทยานิพนธ์นี้เป็นการศึกษาสมรรถนะของระบบผสมเซลล์แสงอาทิตย์กับตัวรวมแสงแบบรูปประกอบพาราโบลาโดยใช้ตัวรวมแสงแบบรูปประกอบพาราโบลาที่มีเป้ารับรังสีเป็นชนิดครีบครึ่งมุมรับรังสีเท่ากับ 15 องศา อัตราส่วนการรวมรังสีเท่ากับ 2.91 พื้นที่ช่องรับรังสีเท่ากับ 0.8256 ตารางเมตร พื้นที่เซลล์แสงอาทิตย์เท่ากับ 0.288 ตารางเมตร จากผลการทดสอบพบว่าใช้ระบบผสมเซลล์แสงอาทิตย์กับตัวรวมแสงแบบรูปประกอบพาราโบลาที่มีเป้ารับรังสีเป็นชนิดครีบทำให้ประสิทธิภาพทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับระบบที่ไม่มีตัวรวมแสงคือจาก 4.95 เปอร์เซ็นต์ เป็น 5.78 เปอร์เซ็นต์

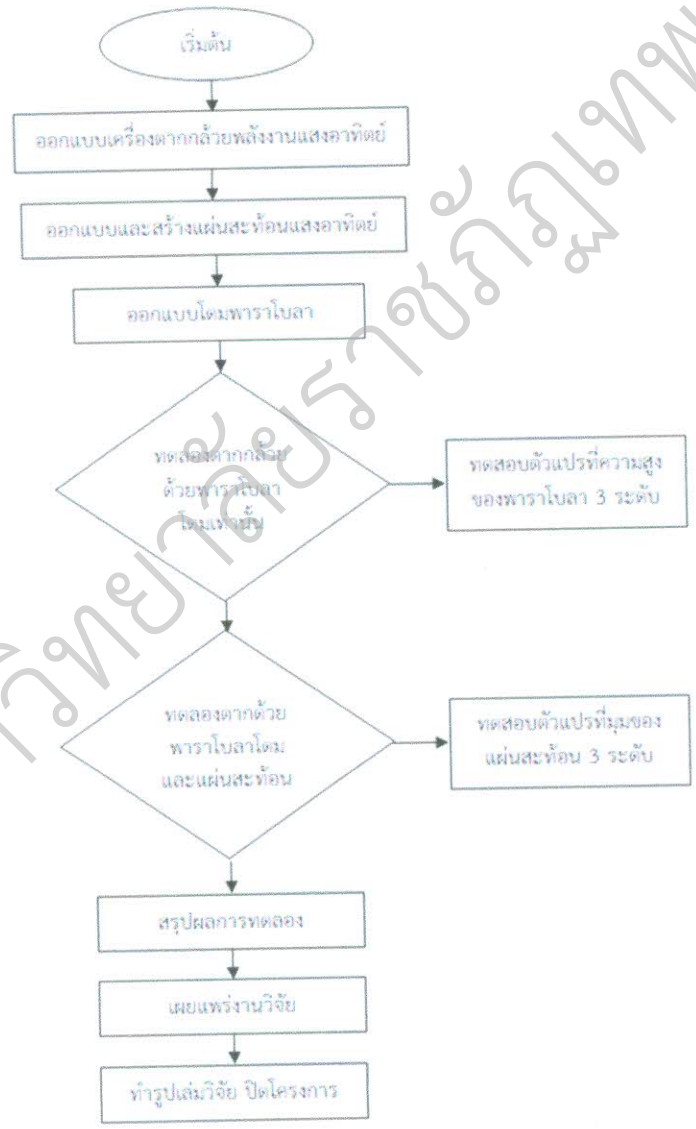
มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

บทที่ 3

การดำเนินงานวิจัย

3.1ขั้นตอนการดำเนินการ

ในการดำเนินการสร้าง เครื่องตากกล้วยสองด้านพร้อมกันด้วยพลังงานแสงอาทิตย์นั้น ต้องมีการศึกษาข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องที่นำมาใช้ประกอบใช้การสร้างจึงจำเป็นอย่างมากที่เราจะต้องทำงานอย่างเป็นขั้นตอนและมีระบบการทำงานและมีความเหมาะสม



รูปที่ 3.1 แผนผังการดำเนินงาน

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

3.2 ขั้นตอนดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนที่ 1ทำการศึกษารายละเอียดของแผ่นสะท้อนความร้อนเพื่อที่จะหาการสะท้อนความร้อนของแผ่นสะท้อนความร้อน และศึกษารูปการสะท้อนความร้อนในรูปแบบต่างๆ

ขั้นตอนที่ 2ออกแบบแผ่นสะท้อนความร้อนและนำไปทดสอบในโปรแกรมSolid work เพื่อหาผลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับผลทดลองจริง

ขั้นตอนที่ 3ทดลองตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์และปรับปรุงแก้ไขในจุดที่บกพร่อง

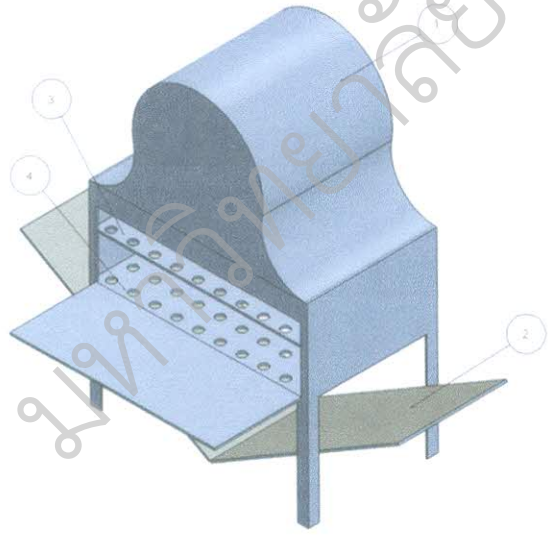
ขั้นตอนที่ 4 วิธีการทดลอง วิธีการทดลองโดยการนำพริกเข้าไปในตู้อบแล้วนำออกมาชั่งน้ำหนักของกล้วยทุกๆชั่วโมง

ขั้นตอนที่ 5ศึกษาประสิทธิภาพโดยศึกษาจากค่าความชื้นที่ลดลงของตามตัวแปรของการใช้การสะท้อนแสงจากดวงอาทิตย์ในมุมต่างๆ

3.3 การออกแบบโครงสร้างทางกายภาพ

โครงสร้างทางกายภาพของเครื่องอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ประกอบด้วย 2 ส่วนหลักๆ คือห้องอบแห้งแผงรับแสงอาทิตย์แสดงดังรูปที่ 3.2

หมายเลข	อุปกรณ์
1	โดมรับความร้อนแบบพาลาโบลา
2	แผ่นสะท้อนความร้อน
3	ตะแกรงวางกล้วย
4	ตะแกรงด้านล่างเพื่อให้ความร้อนลอดผ่าน



รูปที่ 3.2 ส่วนประกอบของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

3.4 การสร้างและการทำงานของเครื่องอบแห้ง

1. สร้างตู้อบแห้งขนาด 85x100 x 50 cm. ด้วยแผ่นสแตนเลสและโครงสร้างด้วยเหล็กฉาก

รูปที่ 3.3 สร้างชุดตู้อบแห้ง

2. สร้างโครงสร้างและแท่นวางแผ่นสะท้อนด้วยเหล็กฉาก

รูปที่ 3.4 สร้างโครงชุดตู้อบแห้ง

3. สร้างโดมรับแสงอาทิตย์ด้วยแผ่นโพลีคาร์บอนเนต

รูปที่ 3.5 ชุดโดมรับแสง

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

4. เครื่องมือทดลองที่เสร็จสมบูรณ์

รูปที่ 3.6 เครื่องตากกล้วยสองด้านพร้อมกันด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

3.5 ขั้นตอนการทดลอง

1. ตากกล้วยน้ำว้า ในตู้อบตามกรณีศึกษาข้างต้น

2. สุ่มชั่งจำนวน 5 ลูก ทุกๆ 1 ชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 9:00 – 16:00 น. เก็บน้ำหนักของกล้วยนำมาหาค่าเฉลี่ย

3. นำผลการทดลองหาค่าความชื้น โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก (Wet Basis)

4. นำผลการทดลองมาวิเคราะห์และสรุปผล

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

บทที่ 4

ผลการทดลอง

การศึกษางานวิจัย เรื่องเครื่องตากกล้วยสองด้านพร้อมกันด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ได้แบ่งการทดลองเป็น 2 เงื่อนไข ดังนี้

4.1 ศึกษาอุณหภูมิในตู้อบแห้ง

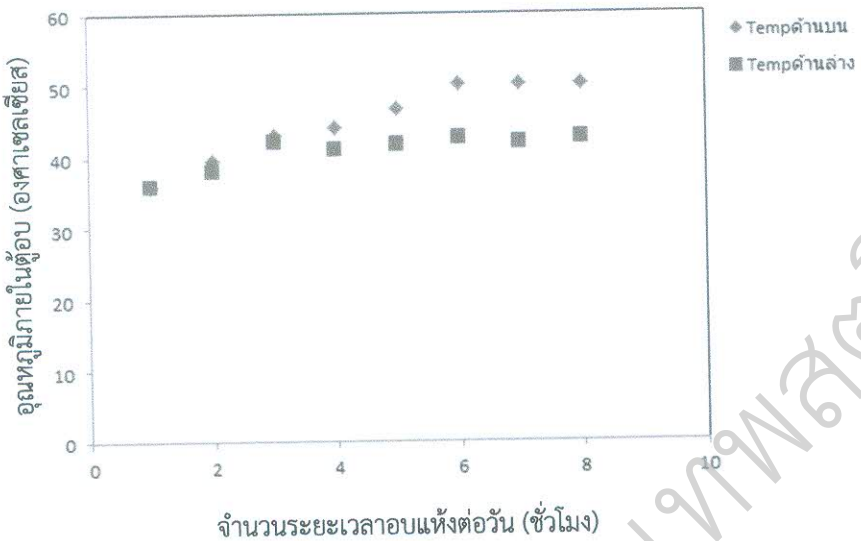
4.1.1 อุณหภูมิภายในตู้อบแห้ง ไม่ติดแผ่นสะท้อนแสง

รูปที่ 4.1 เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในตู้อบแบบไม่ติดตั้งแผ่นสะท้อน

จากการวัดอุณหภูมิภายในตู้อบของกล้วยตาก ในกรณีศึกษาไม่ติดตั้งแผ่นสะท้อนแสง พบว่าเมื่อทำการอบแห้งในระยะแรกอุณหภูมิด้านบนและด้านล่างไม่แตกต่างกัน เมื่อผ่านชั่วโมงที่ 3 ด้านบนเกิดการสะสมความร้อนภายใต้โดม ทำให้มีอุณหภูมิเฉลี่ย 50 ℃ ส่วนด้านล่างอุณหภูมิเฉลี่ย 38 ℃

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

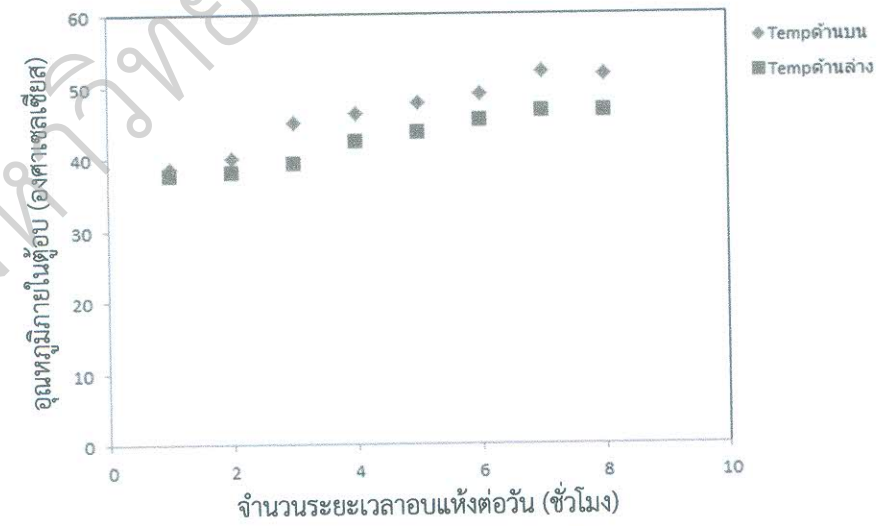
4.1.2 อุณหภูมิภายในตู้อบแห้ง ติดแผ่นสะท้อนแสงมุม 15°



รูปที่ 4.2 อุณหภูมิภายในตู้อบติดตั้งแผ่นสะท้อน15°

จากกราฟจะเห็นได้ว่าอุณหภูมิภายในตู้อบด้านบนและด้านล่างไม่แตกต่างกันเพราะ มุม 15° สามารถรับแสงและสะท้อนแสงได้ดี แต่เมื่อถึงช่วงเที่ยงวันจะการรับแสงจะลดลงมีอุณหภูมิเฉลี่ย 50 ℃ และมุม 15° ทำให้การสะท้อนแสงระหว่างแผ่นมีน้อย อุณหภูมิจึงเริ่มคงที่ อุณหภูมิเฉลี่ย 40 ℃

4.1.3 อุณหภูมิภายในตู้อบแห้ง ติดแผ่นสะท้อนแสงมุม 30°

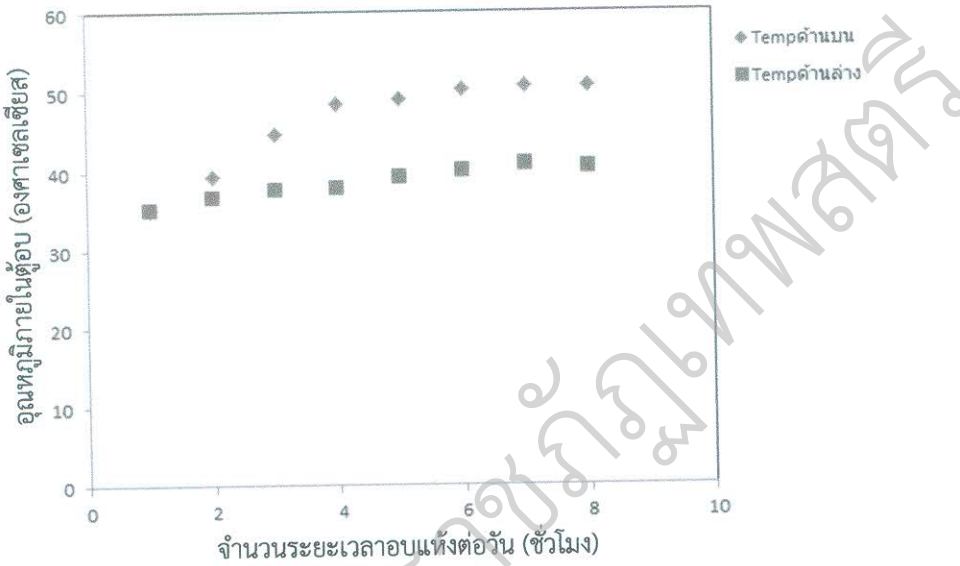


รูปที่ 4.3 อุณหภูมิภายในตู้อบ ติดตั้งแผ่นสะท้อน30°

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิภายในตู้อบกรณีมุมของแผ่นสะท้อนที่ 30°นั้น มีค่าใกล้เคียงกัน เนื่องจากสามารรับแสงและสะท้อนแสงระหว่างแผ่นได้ดีจึงทำให้อุณหภูมิด้านล่างมีค่าใกล้เคียงด้านบน โดยที่ด้านบนมีอุณหภูมิเฉลี่ย 50 ℃ ส่วนด้านล่างอุณหภูมิเฉลี่ย 45 ℃

4.1.4 อุณหภูมิภายในตู้อบแห้ง ติดแผ่นสะท้อนแสงมุม 45°

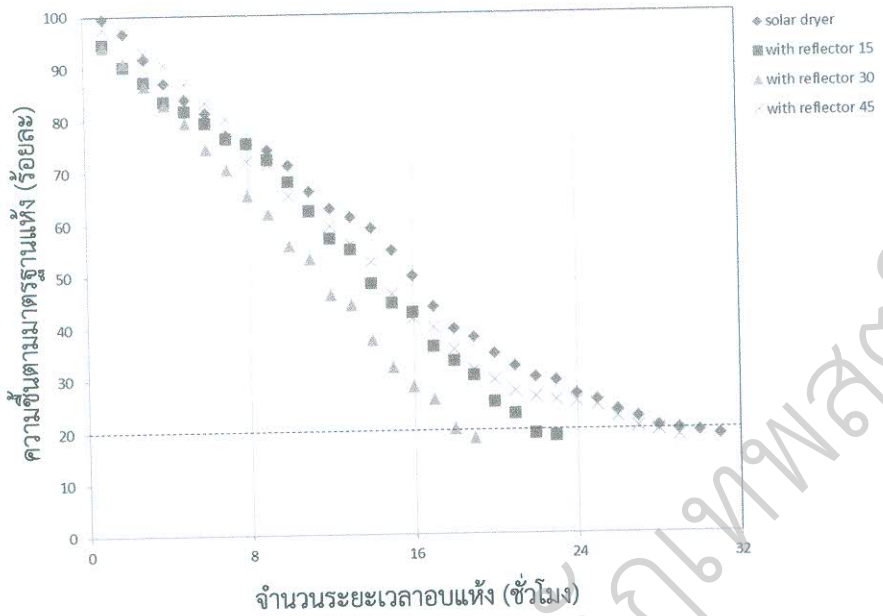


รูปที่ 4.4 อุณหภูมิภายในตู้อบ ติดตั้งแผ่นสะท้อน45°

อุณหภูมิภายในตู้อบแห้งที่ติดตั้งแผ่นสะท้อนแสงด้านล่างทำมุม 45°นั้น ทำให้เกิดความชันของแผ่นสะท้อน จึงทำให้ไม่ได้รับแสงจากดวงอาทิตย์ดีเท่าที่ควร จึงทำให้การสะท้อนแสงเข้าห้องอบน้อย ทำให้อุณหภูมิในห้องอบด้านล่างต่ำลงไปด้วย โดยที่ด้านบนมีอุณหภูมิเฉลี่ย 50 ℃ ส่วนด้านล่างอุณหภูมิเฉลี่ย 38 ℃

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

4.2 ศึกษาอิทธิพลของแผ่นสะท้อนแสงต่อการตากกล้วยแบบสองด้าน



รูปที่ 4.5 เปรียบเทียบอัตราการอบแห้งของแต่ละกรณี

จากการทดลองตากกล้วย เพื่อหาค่าแนวโน้มของความชื้นภายในผลิตภัณฑ์ โดยอบให้ความชื้นของตัวอย่างเหลือไม่เกินร้อยละ 20 ฐานแห้ง พบว่าตู้อบแห้งที่ทำงานร่วมกับแผ่นสะท้อนมุม 30° ความชื้นตามมาตรฐานแห้ง ร้อยละ 18.4 ใช้เวลา18 ชั่วโมง ซึ่งเป็นระยะเวลาที่น้อยที่สุดในทุกกรณีศึกษา ซึ่งสามารถกล่าวได้ว่าที่กรณีนี้มีประสิทธิภาพในการอบแห้งดีที่สุด เนื่องจากมุมในการสะท้อนแสงของมุม 30° นั้น นอกจากจะสะท้อนแสงแดดเข้าสู่ห้องอบแล้ว ยังทำให้เกิดการสะท้อนแสงระหว่างแผ่นอีกด้วย ซึ่งต่างจากการวางมุมของแผ่นสะท้อนที่ 15° แม้ว่าจะรับแสงได้ดี แต่มีการสะท้อนระหว่างแผ่นน้อยกว่า เมื่อสังเกตแผ่นสะท้อนแสงที่มุม 45° นั้นมีความชัน จึงทำให้รับแสงจากภายนอกได้ไม่เต็มที่ จึงทำให้ภายในห้องอบมีอุณหภูมิต่ำกว่าสองกรณีแรก

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะการทดลอง

สรุปผลงานวิจัย

จากการตั้งสมมุติฐานและดำเนินการทดลองพบว่า การติดตั้งแผ่นสะท้อนแสงด้านล่างของตู้อบนั้นช่วยเพิ่มอุณหภูมิภายในตู้อบได้ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษา ได้ศึกษาประสิทธิภาพของแผ่นสะท้อนแสงแบบเรียบ พบว่ามีความเข้มแสงสูงสุดเวลาใกล้เที่ยงวัน และความเข้มแสงลดลงในช่วงเช้าและบ่าย โดยการติดแผ่นสะท้อนแสงจะช่วยลดระยะเวลาในการตากกล้วย จากประมาณ 4 วัน เหลือเพียง 2 วัน ในกรณีศึกษาที่ดีที่สุด ซึ่งนอกจากจะทำให้ลดระยะเวลาการผลิตแล้ว ยังช่วยในเรื่องคุณลักษณะของกล้วยตากได้อีกด้วย โดยได้กล่าวว่ากล้วยตากที่ลดความชื้นอย่างรวดเร็ว เนื้อกล้วยจะมีความแข็งต่ำ ทำให้ไม่ติดฟันเวลารับประทาน

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

บรรณานุกรม

จักราวุธ พรหมโคตร์และวันชาติ สุวรรณจิตต์, (2537) **"สร้างเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์มีลักษณะเป็นกล่องสีเหลี่ยมผืนผ้า"**

จักริน โรจนบุรานนท์, (2540) **"ได้ออกแบบและสร้างตู้อบสมุนไพรหมุนตามดวงอาทิตย์โดยอัตโนมัติ"**

จุไรวัลย์ รัตนะพิสิฐ **ทฤษฎีการอบแห้ง**, (2558) [ออนไลน์]. เข้าถึงได้ www.ienergyguru.com/2015/09/drying/

ณรงค์ ฉ่ำบุญรอด และคณะ, (2551) **"ได้สร้างตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์แบบประหยัด"** กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

ธนาคม สุนทรชัยนาคแสง **ทฤษฎีการการถ่ายเทความร้อน**,(2549) [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก Digi.library.tu.ac.th/thesis/ra/0225/03chapter2

ปรีดา วิบูลย์สวัสดิ และคณะ, (2520) **"สร้างเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์"** กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน

สมคิด ไชยรัตน์ **ทฤษฎีการ Simulation** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก www.applicadthai.com/solidworks-simulation/

สุชาติ แย้มเม่น และวัฒนพงษ์ รักษ์วิเชียร, (2548) **"ได้ทำการวิจัยเรื่องการประเมินค่าพลังงานความร้อนของจานพาราโบลา"** ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น

อนุชา จงใจ **ทฤษฎีการพลังงานแสงอาทิตย์** (2555), [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก th.wikipedia.org/wiki/พลังงานแสงอาทิตย์

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

ภาคผนวก ก.

แบบตอบรับและบทความที่ได้รับตีพิมพ์ในงานประชุมระดับชาติ เทคโนโลยีอุตสาหกรรม ครั้งที่5

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

หนังสือตอบรับ

8 พฤศจิกายน 2562

เรียน คุณโชติวุฒิ ประสพสุข ผู้นำเสนอบทความ

ตามที่ท่านได้ส่งบทความวิจัยเรื่อง **การศึกษามุมของแผ่นสะท้อนแสงด้านล่างตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีผลต่อการตากกล้วยทั้งสองด้าน** บทความเลขที่ Session 2-7 จากคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

บัดนี้ ผลงานของท่านได้ผ่านการพิจารณาให้เข้าร่วมนำเสนอในการประชุมวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ระดับชาติ ครั้งที่ 5 (I TECH CON 2019) ระหว่างวันที่ 11-12 ธันวาคม 2562 ณ อาคารศูนย์ภาษาและศูนย์คอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง จังหวัดราชบุรี

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและขอความอนุเคราะห์ให้ท่านชำระเงินค่าลงทะเบียนพร้อมแนบหลักฐานการชำระเงินเข้าสู่ระบบ ภายในวันที่ 20 พฤศจิกายน 2562 ทั้งนี้ท่านสามารถดูรายละเอียดเพิ่มเติมได้ที่เว็บไซต์ http://itech.tru.ac.th/itechcon2019

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.สกุล คำนวนชัย)
คณบดีคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

การศึกษามุมของแผ่นสะท้อนแสงด้านล่างตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีผลต่อการตากกล้วยทั้งสองด้าน

A study of reflector angles below the solar dryer for two-side dried banana

โชติวุฒิ ประสพสุข
Chotiwut Prasopsuk

สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี
Department of Industrial Technology, Faculty of Industrial Technology, Thepsatri Rajabhat University
*Email: Chotiwut.p@lawasri.tru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการลดระยะเวลาของการตากกล้วยแห้ง โดยทำการพัฒนาต่อจากเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ด้านบนเป็นทรงโดมทำหน้าที่รับแสงอาทิตย์และสะสมความร้อนสำหรับอบแห้ง ซึ่งมีข้อจำกัดคือสามารถอบได้เพียงฝั่งเดียว ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการนำแผ่นสะท้อนแสงติดตั้งด้านล่างของตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ โดยทำการศึกษามุมของแผ่นสะท้อนแสงกับแนวระนาบ ที่มีผลต่อการอบกล้วยแห้งให้ด้านล่างของกล้วยได้รับความร้อนในขณะเดียวกัน โดยทำการศึกษามุมของแผ่นสะท้อนแสงกับแนวระนาบที่มุม 15°, 30° และ 45° เมื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิด้านบนตะแกรงและด้านล่างตะแกรงในแต่ละมุม พบว่า ที่มุม 30° นั้น อุณหภูมิด้านบนและด้านล่างใกล้เคียงกัน อันเนื่องมาจากเป็นมุมที่แผ่นสะท้องแสงสามารถสะท้อนแสงเข้าไปภายในห้องอบได้ดีที่สุด เมื่อพิจารณาร้อยละความชื้นมาตรฐาน พบว่า ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งแผ่นสะท้อนแสงมุม 30° จะทำให้ความชื้นคงเหลือร้อยละ 18.4 ภายในระยะเวลา 18 ชั่วโมง ซึ่งดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกรณีศึกษาอื่น

คำสำคัญ : กล้วยตาก, ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์, แผ่นสะท้อนแสง

Abstract

The objective of this research is to reduce the duration of dried bananas. The top is a dome shape that receives sunlight and collects heat for drying. However it has a limitation that can be baked on only one side. The researcher therefore has the idea of using a reflector to install on the bottom of the solar oven, to studying the angle of the reflector in 15°, 30° and 45°.Compare the temperature of the top and bottom of dryer in each angle, found that at 30 ° angle, the temperature of the top and bottom are similar, because it is the angle that the reflector sheet can reflect the light into the dryer best. Considering the standard moisture percentage, the solar dryer equipped with reflector at 30 ° angle will reduce the moisture content to 18.4% within the period of 18 hours, which is the best when compared to other case studies.

Keywords : Dried bananas, Solar dryer, Reflector

1. บทนำ

กล้วยจัดเป็นพืชล้มลุกขนาดใหญ่ เมื่อกล้วยเจริญเติบโตเต็มที่ จะเริ่มสร้างช่อดอกและลำต้นที่มีช่อดอกอ่อนบรรจุอยู่ผลกล้วยพัฒนาจากดอกเพศเมีย กลุ่มของดอกเพศเมียหนึ่งกลุ่ม จะเจริญเป็นผลเรียกว่าหวี ซึ่งหนึ่งหวีมีผลกล้วยประมาณ 20 ผล กลุ่มหวีบนช่อดอกเจริญเป็นเครือ ซึ่งอาจมี

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

3-20 หวี [1] กล้วยเป็นพืช ที่ใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย ใบกล้วยหรือที่เรียกกันว่าใบตองนั้น ใช้ห่ออาหารและทำงานฝีมือหลายชนิด นอกจากนี้ส่วนต่างๆของกล้วยยังนำเอามาเป็นอาหารได้หลายส่วน เช่นหัวปลี หยวกกล้วย และผลกล้วยที่สามารถรับประทานได้ทุกเพศทุกวัย อีกทั้งยังสามารถนำไปแปรรูปเป็นผลผลิตอื่นได้เช่น กล้วยแขก กล้วยบวชชี กล้วยปิ้ง เป็นต้น กล้วยสามารถออกผลผลิตได้ตลอดฤดูกาล อีกทั้งยังเป็นพืชที่ปลูกง่าย ดูแลง่ายและให้ผลผลิตสูง เกษตรกรหรือแม้แต่ครัวเรือนจึงนิยมปลูกกล้วยไว้รับประทาน ด้วยเหตุนี้ราคาของกล้วยจึงมีราคาค่อนข้างต่ำมาโดยตลอด เกษตรกรจึงนิยมนำกล้วยมาแปรรูปเป็นอาหารในลักษณะต่างๆ แต่ที่ได้รับความนิยมและขายได้ราคาดีคือกล้วยตาก

การตากกล้วยเป็นหนึ่งในกรรมวิธีถนอมอาหาร เป็นกระบวนการลดน้ำหนักของอาหาร ทำให้อาหารมีน้ำหนักที่เบาลง โดยใช้ตัวกลางทำหน้าที่ถ่ายเทความร้อนจากบรรยากาศไปสู่อาหารที่มีความชื้นอยู่ ความชื้นในอาหารจึงระเหยออกไปโดยมีความร้อนเป็นตัวพาออกสู่บรรยากาศ โดยทั่วไปวิธีที่เกษตรกรหรือผู้ประกอบการนิยมใช้กันในอดีตคือ การตากแห้งตามธรรมชาติ วิธีดังกล่าวถึงแม้จะทำได้ง่ายและเสียค่าใช้จ่ายน้อย แต่ผลผลิตที่ตากมักเสียหายจากการเปียกฝน และถูกทำลายด้วยนก หนู หรือแมลง อีกทั้งยังถูกปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกจากสภาพแวดล้อม จากปัญหาดังกล่าวในช่วงที่ผ่านมานักวิจัยในประเทศไทยได้พยายามพัฒนาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับอบแห้งผลิตภัณฑ์ต่างๆ ยกตัวอย่างเช่น การสร้างตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์แบบประหยัด [2] โดยใช้ตู้อบปลา โครงสร้างของตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์มีรูปลักษณะเป็นสามเหลี่ยมมุมฉาก ปลายด้านล่างทำมุม 30 องศา อุณหภูมินอกตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ 37 องศาเซลเซียส อุณหภูมิภายในตู้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยใช้เวลาไม่ถึง 30 นาที อุณหภูมิสามารถสูงขึ้นถึงอุณหภูมิสูงสุด โดยอุณหภูมิพื้นล่างของตู้อบแห้งประมาณ 75 องศา และอุณหภูมิบนตระแกรงอบแห้งประมาณ 65 องศา และทำให้การอบแห้งใช้เวลาเร็วขึ้นผลการอบแห้งปลาแดดเดียวน้ำหนักก่อนการอบแห้ง 3,486 กรัม น้ำหนักหลังการอบแห้ง (ปลาแดดเดียว) 2,870 กรัม น้ำหนักน้ำที่ระเหยแห้ง 616 กรัม หรือประมาณ 616 ลบ.ซม. โดยใช้เวลา 2 ชั่วโมง 35 นาที โดยเมื่อเทียบกับการทำให้แห้งโดยการตากแดดธรรมดาจะใช้เวลาไม่น้อยกว่า 5 ชั่วโมงการอบแห้งหมูแดดเดียวที่มีความหนาไม่เกิน 0.5 เซนติเมตร ใช้เวลาระหว่าง 30 - 45 นาที และศาสตราจารย์ ดร.เสริม จันทร์ฉาย [3] พัฒนาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar dryer) แบบต่างๆเพื่อใช้อบแห้งผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรเชิงพาณิชย์ได้ แต่เครื่องยังไม่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้ที่ต้องการอบแห้งเชิงพาณิชย์ได้ จนกระทั่งในปี พ.ศ.2546 ศ.ดร.เสริม จันทร์ฉาย ได้พัฒนาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจก หรือแบบ พาราโบลาโดม เครื่องอบแห้งดังกล่าวมีองค์ประกอบเป็นหลังคาโค้งรูปพาราโบลา ติดตั้งบนพื้นคอนกรีตและปกคลุมด้วยแผ่นพลาสติกโพลีคาร์บอเนต (Polycarbonate) โดยรูปทรงพาราโบลาช่วยให้ได้รับแสงอาทิตย์ได้ดีในตลอดทั้งวัน และช่วยลดความต้านทานลมอีกด้วย [4] การใช้โดมพาราโบลาช่วยให้อุณหภูมิภายในโดมมีอุณหภูมิสูง จึงทำให้ช่วยลดเวลาในการตากแห้งได้อีกด้วย แต่ยังมีปัญหาคือในการตากต้องใช้การตากทั้งสองด้านพลิกกลับด้าน ไม่สามารถตากแห้งพร้อมกันสองด้านได้ จึงยังไม่สามารถลดระยะเวลาในส่วนนี้ลงได้

จากการลงสำรวจแหล่งผลิตกล้วยตากในจังหวัดลพบุรี พบว่าเกษตรกรในพื้นที่ผลิตกล้วยตากแบบครัวเรือน จึงทำให้การสร้างโดมแบบพาราโบลาไม่เหมาะสม เพราะมีขนาดใหญ่และมีราคาสูง และผู้วิจัยต้องการแก้ปัญหาเรื่องการตากกล้วยที่ต้องกลับด้านสองด้าน ผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดที่จะนำโดมแบบพาราโบลาย่อส่วนให้เล็กลงแล้วนำมาติดตั้งบนตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ และด้านล่างของตู้ติดตั้งแผ่นสะท้อนแสง เพื่อให้แสงตกกระทบด้านล่างและให้สะท้อนขึ้นมายังด้านล่างของกล้วยตาก ทำให้สามารถตากแห้งได้พร้อมกันทั้งสองด้านในเวลาเดียวกันได้

2. ทฤษฎี

2.1 การทำให้แห้ง (Dehydration)

การทำแห้ง [5] เป็นวิธีการถนอมอาหารที่นิยมใช้มานานโดยการลดความชื้น (moisture content) ของอาหารด้วยการระเหยน้ำ ด้วยการอบแห้ง การทอด หรือการระเหิดน้ำส่วนใหญ่ในอาหารออก ทำให้ช่วยลดการเติบโตของจุลินทรีย์ที่มีในอาหารออก ส่วนน้ำที่เหลือจากการทำแห้งเป็นน้ำที่ถูกยึดไว้กับองค์ประกอบของอาหาร ดังนั้นการลดความชื้นหรือการทำให้อาหารแห้งก็จะช่วยป้องกันการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์

2.2 การสมดุลของพลังงานในการอบแห้ง

การคำนวณสมดุลของพลังงานเนื่องจากการอบแห้งได้จากสมการ [6]

$$M_w L = M_a C_p (T_i - T_t) \quad (1)$$

เมื่อ

M_w คือ น้ำหนักของน้ำที่หายไปหลังการอบแห้ง

M_a คือ น้ำหนักของอากาศที่ใช้อบ

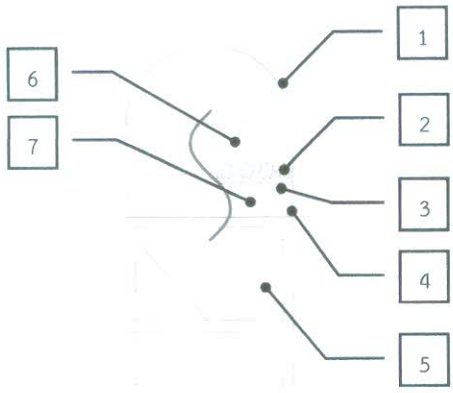
L คือ ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอของน้ำ

C_p คือ ความร้อนจำเพาะของอากาศที่คงที่

T_i คือ อุณหภูมิของอากาศที่อบแห้ง

T_t คือ อุณหภูมิของอากาศหลังจากอบแห้ง

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี



หมายเลข	ส่วนประกอบ
1	โดมรับแสงโพลีคาร์บอเนต
2	ผลิตภัณฑ์ตากแห้ง (กล้วย)
3	ถาดวางผลิตภัณฑ์
4	ห้องอบ
5	แผ่นสะท้อนแสง
6	อุณหภูมิด้านบน
7	อุณหภูมิด้านล่าง

รูปที่ 1 ส่วนประกอบของเครื่องตากกล้วยสองด้านด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

2.3 ความชื้นในเมล็ดพืช

ความชื้นในเมล็ดพืชคือปริมาณน้ำที่มีอยู่ในเมล็ดพืช เมื่อพิจารณาดูจะพบว่าในเมล็ดพืชประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นน้ำหนักแห้งของเมล็ดพืชซึ่งจะมีค่าคงที่ตลอด กับส่วนที่เป็นน้ำหนักน้ำที่มีอยู่ในเมล็ดพืช โดยส่วนน้ำหนักน้ำในเมล็ดพืชจะเปลี่ยนแปลงตามความชื้นของเมล็ดพืช [6]

ความชื้นมาตรฐานเปียก

$$M_w = \frac{W_w}{W_w + W_d} \times 100 \qquad (2)$$

ความชื้นมาตรฐานแห้ง

$$M_d = \frac{W_w}{W_d} \times 100 \qquad (3)$$

เมื่อ

M_w คือ ความชื้นมาตรฐานเปียก

M_d คือ ความชื้นมาตรฐานแห้ง

W_w คือ น้ำหนักเริ่มต้นของผลิตภัณฑ์

W_d คือ น้ำหนักวัสดุที่แห้ง

3. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ในการดำเนินการสร้าง ตู้ตากกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยแผ่นสะท้อนแสงจากด้านล่างนั้น มีการศึกษาข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องที่นำมาใช้ประกอบใช้การสร้างตู้ตากกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยแผ่นสะท้อนแสงจากด้านล่างนั้น จำเป็นอย่างมากที่เราจะต้องทำงานอย่างเป็นขั้นตอนและมีระบบการทำงานและมีความเหมาะสม

3.1 ขั้นตอนการทดลอง

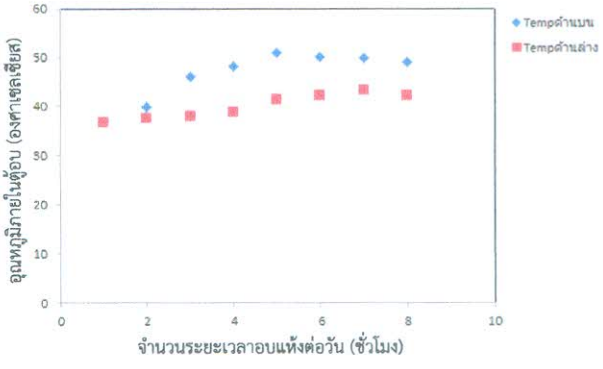
1. ตากกล้วยให้เต็มห้องอบโดยเว้นระยะพอสมควร
2. สุ่มชั่งจำนวน 5 ลูกทุกๆ 1 ชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 9:00 – 16:00 น. เก็บน้ำหนักของกล้วย นำมาหาค่าเฉลี่ย
3. นำผลการทดลองหาค่าความชื้น โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์มาตรฐานแห้ง
4. ทดสอบร่วมกับแผ่นสะท้อนแสง ที่มุม 15°, 30° และ 45°
5. วัดอุณหภูมิภายในตู้อบด้านบนตะแกรงและด้านล่างตะแกรงในทุกชั่วโมง นำมาหาค่าเฉลี่ยในแต่ละกรณี
6. นำผลการทดลองมาวิเคราะห์และสรุปผล

รูปที่ 2 เครื่องตากกล้วยสองด้านด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

4. ผลการทดลอง

4.1 อุณหภูมิในตู้อบแห้ง

4.1.1 อุณหภูมิภายในตู้อบแห้ง ไม่ติดแผ่นสะท้อนแสง

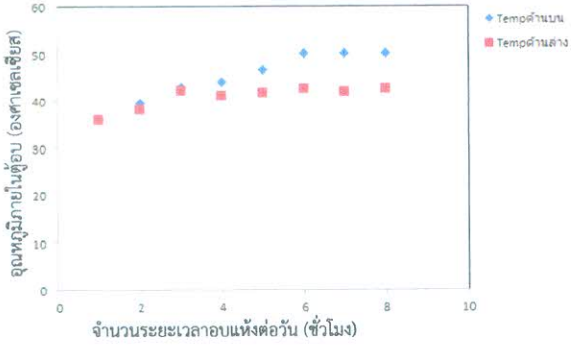


รูปที่ 3 เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในตู้อบแบบไม่ติดตั้งแผ่นสะท้อน

สำนักวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

จากการวัดอุณหภูมิภายในตู้อบของกล้วยตาก ในกรณีศึกษาไม่ติดตั้งแผ่นสะท้อนแสง พบว่า เมื่อทำการอบแห้งในระยะแรกอุณหภูมิด้านบนและด้านล่างไม่แตกต่างกัน เมื่อผ่านชั่วโมงที่ 3 ด้านบนเกิดการสะสมความร้อนภายใต้โดม ทำให้มีอุณหภูมิเฉลี่ย 50 ℃ ส่วนด้านล่างอุณหภูมิเฉลี่ย 38 ℃

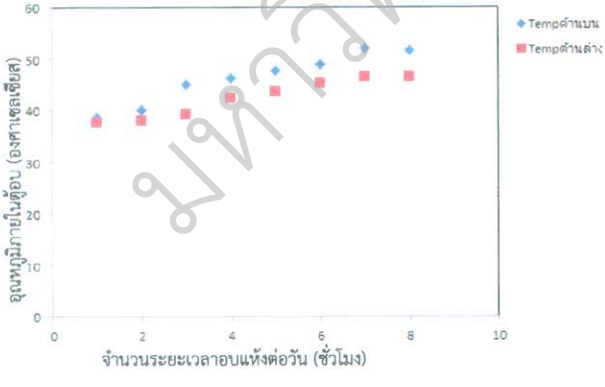
4.1.2 อุณหภูมิภายในตู้อบแห้ง ติดแผ่นสะท้อนแสงมุม 15°



รูปที่ 4 อุณหภูมิภายในตู้อบติดตั้งแผ่นสะท้อน15°

จากกราฟจะเห็นได้ว่าอุณหภูมิภายในตู้อบด้านบนและด้านล่างไม่แตกต่างกันเพราะ มุม 15° สามารถรับแสงและสะท้อนแสงได้ดี แต่เมื่อถึงช่วงเที่ยงวันจะการรับแสงจะลดลง มีอุณหภูมิเฉลี่ย 50 ℃ และมุม 15° ทำให้การสะท้อนแสงระหว่างแผ่นมีน้อย อุณหภูมิจึงเริ่มคงที่ อุณหภูมิเฉลี่ย 40 ℃

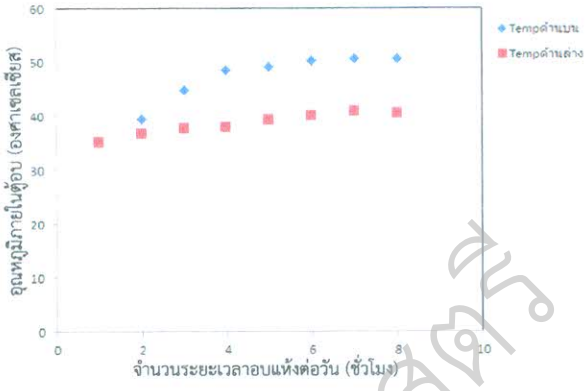
4.1.3 อุณหภูมิภายในตู้อบแห้ง ติดแผ่นสะท้อนแสงมุม 30°



รูปที่ 5 อุณหภูมิภายในตู้อบ ติดตั้งแผ่นสะท้อน30°

จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิภายในตู้อบกรณีมุมของแผ่นสะท้อนที่ 30°นั้น มีค่าใกล้เคียงกัน เนื่องจากสามารรับแสงและสะท้อนแสงระหว่างแผ่นได้ดีจึงทำให้อุณหภูมิด้านล่างมีค่าใกล้เคียงด้านบน โดยที่ด้านบนมีอุณหภูมิเฉลี่ย 50 ℃ ส่วนด้านล่างอุณหภูมิเฉลี่ย 45 ℃

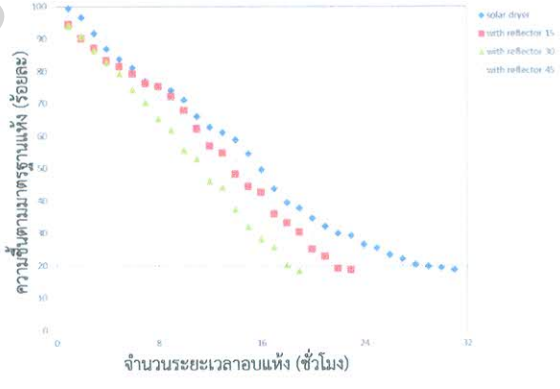
4.1.4 อุณหภูมิภายในตู้อบแห้ง ติดแผ่นสะท้อนแสงมุม 45°



รูปที่ 6 อุณหภูมิภายในตู้อบ ติดตั้งแผ่นสะท้อน45°

อุณหภูมิภายในตู้อบแห้งที่ติดตั้งแผ่นสะท้อนแสงด้านล่างทำมุม 45°นั้น ทำให้เกิดความชันของแผ่นสะท้อน จึงทำให้ไม่ได้รับแสงจากดวงอาทิตย์ดีเท่าที่ควร จึงทำให้การสะท้อนแสงเข้าห้องอบน้อย ทำให้อุณหภูมิในห้องอบด้านล่างต่ำลงไปด้วย โดยที่ด้านบนมีอุณหภูมิเฉลี่ย 50 ℃ ส่วนด้านล่างอุณหภูมิเฉลี่ย 38 ℃

4.2 อิทธิพลของแผ่นสะท้อนแสงต่อการตากกล้วยแบบสองด้าน



รูปที่ 7 เปรียบเทียบอัตราการอบแห้งของแต่ละกรณี

จากการทดลองตากกล้วย เพื่อหาค่าแนวโน้มของความชื้นภายในผลิตภัณฑ์ โดยอบให้ความชื้นของตัวอย่างเหลือไม่เกินร้อยละ 20 ฐานแห้ง พบว่าตู้อบแห้งที่ทำงานร่วมกับแผ่นสะท้อนมุม 30° ความชื้นตามมาตรฐานแห้ง ร้อยละ 18.4 ใช้เวลา18 ชั่วโมง ซึ่งเป็นระยะเวลาที่น้อยที่สุดในทุกกรณีศึกษา ซึ่งสามารถกล่าวได้ว่าที่กรณีนี้มีประสิทธิภาพในการอบแห้งดีที่สุด เนื่องจากมุมในการสะท้อนแสงของมุม

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

30° นั้น นอกจากจะสะท้อนแสงแดดเข้าสู่ห้องอบแล้ว ยังทำให้เกิดการสะท้อนแสงระหว่างแผ่นอีกด้วย ซึ่งต่างจากการวางมุมของแผ่นสะท้อนที่ 15° แม้ว่าจะรับแสงได้ดีแต่มีการสะท้อนระหว่างแผ่นน้อยกว่า เมื่อสังเกตแผ่นสะท้อนแสงที่มุม 45° นั้นมีความชัน จึงทำให้รับแสงจากภายนอกได้ไม่เต็มที่ จึงทำให้ภายในห้องอบมีอุณหภูมิต่ำกว่าสองกรณีแรก

5. สรุปผลการทดลอง

จากการตั้งสมมุติฐานและดำเนินการทดลองพบว่าการติดตั้งแผ่นสะท้อนแสงด้านล่างของตู้อบนั้นช่วยเพิ่มอุณหภูมิภายในตู้อบได้ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษา [7] ได้ศึกษาประสิทธิภาพของแผ่นสะท้อนแสงแบบเรียบ พบว่ามีความเข้มแสงสูงสุดเวลาใกล้เที่ยงวัน และความเข้มแสงลดลงในช่วงเช้าและบ่าย โดยการติดแผ่นสะท้อนแสงจะช่วยลดระยะเวลาในการตากกล้วย จากประมาณ 4 วัน เหลือเพียง 2 วัน ในกรณีศึกษาที่ดีที่สุด ซึ่งนอกจากจะทำให้ลดระยะเวลาการผลิตแล้ว ยังช่วยในเรื่องคุณลักษณะของกล้วยตากได้อีกด้วย โดย [8] ได้กล่าวว่ากล้วยตากที่ลดความชื้นอย่างรวดเร็ว เนื้อกล้วยจะมีความแข็งต่ำ ทำให้ไม่ติดฟันเวลารับประทาน

6.เอกสารอ้างอิง

[1] เบญจมาศ ศิลาย้อย. (2545). *กล้วย.* กรุงเทพ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

[2] ณรงค์ ฉ่ำบุญรอด. (2551). ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์แบบประหยัด. วิทยานิพนธ์คณะวิศวกรรมศาสตร์ *มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร*, 112-116.

[3] เสริม จันทรฉาย. (2559). *โพลาโบลาโดม นวัตกรรมเปลี่ยนโฉมการอบแห้งไทย.* นครปฐม: สำนักพิมพ์ เพชรเกษมปริ้นติ้ง.

[4] นิวดี คลังสีดา. (2561). การหาประสิทธิภาพเครื่องอบแห้งขนาดเล็ก แบบสามเหลี่ยม สี่เหลี่ยม และโค้ง. *การประชุมวิชาการระดับชาติเทคโนโลยีอุตสาหกรรมครั้งที่ 4*, (หน้า 242-246). กำแพงเพชร.

[5] จิรชัย สมเพียร. (2542). *หลักการแปรรูปและถนอมอาหาร.* กาญจนบุรี: สำนักพิมพ์ราชภัฏกาญจนบุรี.

[6] ปรีดา วิบูลณ์สวัสดิ์. (2550). การสร้างเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์. *วรสารวิชาการปทุมวัน*, 121-126.

[7] อำนาจ เงินพลับพลา. (2556). *การศึกษาประสิทธิภาพความเข้มแสงของแผงสะท้องรังสีแสงอาทิตย์.* ปทุมธานี: วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

[8] กนธี ชื่นชูจิตต์ และคณะ. (2562). เครื่องอบกล้วยน้ำว้าพลังงานแสงอาทิตย์. *การประชุมวิชาการวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มรท.พระนคร ครั้งที่4*, 298-301.

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี