

การศึกษา เรื่อง อนุกรมของคชสาร



นางปิยะรัตน์ พรหมณี

001741

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาฟิสิกส์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2523

I166b2185

A STUDY OF SOLAR DRYERS

Mrs. Piyarat Bharmanee

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Department of Physics

Graduate School

Chulalongkorn University

1980

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การศึกษา เครื่องอบแห้งกล้วยแสงอาทิตย์

โดย

นางปิยะรัตน์ พรหมดี

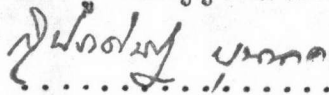
ภาควิชา

ฟิสิกส์

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิจิตร เล็งหะพันธุ์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยนี้เป็น  
ส่วนหนึ่งของการศึกษาคำหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

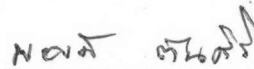


.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุประคิษฐ์ บุญนาค)

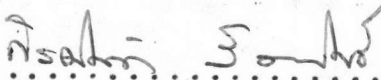
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



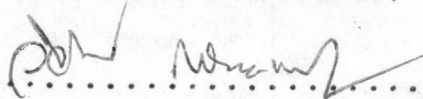
..... ประธานกรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิฑูร ตรีวิจิตร เกษม)



..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พยงค์ กันศิริ)



..... กรรมการ  
(อาจารย์ ภิรณันต์ รัตนธรรมพันธ์)



..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิจิตร เล็งหะพันธุ์)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การศึกษา เครื่องอบแห้งด้วยแสงอาทิตย์

ชื่อนิสิต

นางปิยะรัตน์ พรหมณี

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิจิตร เล็งหะพันธุ์

ภาควิชา

ฟิสิกส์

ปีการศึกษา

2522



บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้ ได้สร้าง เครื่องอบแห้งแสงอาทิตย์ 3 แบบ ซึ่งทำเป็นตู้ไม้  
อัดทั้ง 3 แบบ และทดลองตากในแสงอาทิตย์ เครื่องอบแห้งแบบที่ 1 ทำเป็นตู้สี่  
เหลี่ยม โคนมีส่วนรับแสงและส่วนที่โอบอุ้มด้วยกัน คานบนของแผ่นรับแสงปิดด้วย  
กระจกชั้นเดียว ผนังคานล่างเจาะเป็นช่องให้อากาศจากภายนอกเข้า เครื่องอบ  
และมีช่องระบายอากาศชั้นออกที่ผนังคานบน เครื่องอบนี้วางเอียงประมาณ 15 องศา  
หันหน้าไปทางทิศใต้ การอบกล้วยในเครื่องอบแห้งแบบที่ 1 โคนล่างการแห้งของ  
กล้วยไม่เร็วกว่าการตากธรรมชาตินอกเครื่องอบมากนัก จึงเปลี่ยนแปลงให้เป็นเครื่อง  
อบแห้งแบบที่ 2 โดยใช้ตู้จากแบบที่ 1 เป็นส่วนรับแสง และต่อเติมส่วนที่โอบอุ้มที่  
คานหลังของส่วนรับแสง ผนังของส่วนที่โอบอุ้มด้วยโฟม เพื่อลดการสูญเสียความร้อน  
การแห้งของกล้วยในเครื่องอบแห้งแบบที่ 2 ก็ให้ผลไม่ดีกว่าการตากธรรมชาตินอก  
เครื่องอบมากนัก จึงได้สร้าง เครื่องอบแห้งแบบที่ 3 เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ  
ให้ได้ผลดีขึ้น โดยทำเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนรับแสงและส่วนที่โอบอุ้มติดต่อกัน ผนัง  
คานข้างและพื้นล่างของทั้ง 2 ส่วนบุด้วยโฟม ส่วนรับแสงปิดด้วยกระจก 2 ชั้นและ  
ทำให้อากาศที่จะเข้าสู่เครื่องอบจะต้องผ่านระหว่างกระจก 2 ชั้นนี้ก่อน แล้วจึงวก  
ไปผ่านแผ่นรับแสง เป็นการอุ่นอากาศให้ร้อนขึ้นขึ้นหนึ่งก่อนที่จะถึงแผ่นรับแสง วิธีนี้  
ทำให้อากาศที่จะไปเข้าส่วนที่โอบอุ้มสูงกว่าที่จะให้ผ่านแผ่นรับแสงอย่างเดียว (ดัง  
เช่นแบบที่ 2) ผลการทดลองอบกล้วยปริมาณต่าง ๆ กัน เทียบกับการตากธรรมชาติ  
นอกเครื่องอบ ในเครื่องอบแห้งใดเร็วกว่าโดยปริมาณสูงสุดประมาณ 10 กิโลกรัม  
ต่อตาราง เมตรของพื้นที่แผ่นรับแสงซึ่งยังสามารถอบให้แห้ง เป็นกล้วยตากได้ในเวลา

๑

๒ วันครึ่ง ในการ เปรียบเทียบอัตราค่าแห่งของกล้วยในเครื่องอบแห้งแบบที่ 3 เมื่อ  
มีน้ำหนักกล้วยต่าง ๆ กัน กระทำโดยการชั่งน้ำหนักเพื่อหาอัตราค่าแห่งของแต่ละวัน  
และพยายาม เปรียบเทียบกับการแห้งทางธรรมชาติ

Thesis Title        A Study of Solar Dryers  
 Name                Mrs. Piyarat Bharmanee  
 Thesis Advisor     Assistant Professor Wijit Senghaphan, Ph.D.  
 Department         Physics  
 Academic Year      1979

Abstract

Three types of small-scale solar dryers were constructed principally from plywood and tested. The first type was a rectangular box covered with a single-glass plate, and included both the light collecting area and drying area. The box was tilted about 14° to the south and ports were open on lower and higher sides of the box to allow moist air to flow out and fresh air to flow in. Test results of drying bananas in this dryer showed that drying was not much better than drying in the open. The dryer was then modified to the second type by attaching drying chamber using the same box but as an air heater only. The walls of the drying chamber were insulated with foam sheets to reduce the heat loss. Test results of drying bananas in this second type were found to be not much better than drying in the open. Finally the third type of solar dryer with separated air heater was constructed. The floor and the walls of the dryer were insulated with foam sheets sandwiched between plywood sheets. The collector plate was covered with two layers of glass separated by an air gap. Fresh air was preheated as it entered the gap between glass plates before passing the collector plate, and

the air in the collector of the third type was hotter than the second type. Test results of drying bananas showed that drying in the third type dryer was faster than drying under the open sun. The optimum of loading was found to be 10 kilograms per square meter of collector plate, and with such load fresh bananas became dried bananas in 2.5 days. Comparison of drying rates of bananas in the third type dryer at various loads was done by weighing to determine drying rate on each day. The theoretical drying rate was also discussed and compared with the actual drying rates of bananas.

## กิติกรรมประกาศ



ในงานวิจัยนี้ ผู้เขียนได้รับความอนุเคราะห์จาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิจิตร เล็งหะพันธุ์ อาจารย์ที่ปรึกษาซึ่งได้กรุณาให้คำแนะนำและแนวคิดในการวิจัยตลอดจนการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น ผู้เขียนขอขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ในงานวิจัยนี้ผู้เขียนได้รับความกรุณาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พิฑูร ศรี-วิจิตรเกษม ให้ใช้ห้องปฏิบัติการและให้คำแนะนำ ตลอดจนให้ยืมหนังสือ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ลิขิต ฉัตรสกุล และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภิโย บันยารชุน ที่ให้ยืมเครื่องมือประกอบการทำงานวิจัย และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พัฒนะ ภาวะนันท์ ที่ให้คำแนะนำในการเขียนวิทยานิพนธ์ และอาจารย์กิริวัฒน์ รัตนธรรมพันธ์ ที่ให้ยืมหนังสือเพื่อประกอบการเขียนวิทยานิพนธ์ ซึ่งผู้เขียนขอขอบพระคุณอย่างสูง และขอขอบคุณคุณวิจิตร ศรีควาวเรือง คุณไฉ่ ยี่สุนทอง คุณบุญลือ ภูคาง ที่ได้ช่วยเหลือในการสร้างเครื่องอบแห้ง และคุณสถาพร อัสชสมบูรณ ที่ได้ช่วยเหลือในการประกอบเหล็กฉาก



สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ฉ
กิตติกรรมประกาศ.....	ช
รายการตารางประกอบ.....	ฉ
รายการรูปประกอบ.....	ฉ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
1.1 ประเภทของ เครื่องอบแห้งแสงอาทิตย์.....	2
1.1.1 เครื่องอบแห้ง โดยตรง.....	2
1.1.2 เครื่องอบแห้ง โดยอ้อม.....	2
1.1.3 เครื่องอบแห้งแบบผสม.....	2
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
1.3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	3
2 หลักขั้ววงอาทิตย์.....	4
2.1 ขวงอาทิตย์.....	4
2.2 ค่าคงที่ขวงอาทิตย์.....	4
2.3 สเปกตรัมของแสงอาทิตย์นอกบรรยากาศโลก.....	4
2.4 แสงอาทิตย์ที่พื้นผิวโลก.....	6
3 ตัวรับแสงชนิดแผ่นราบ.....	9
3.1 แผ่นรับแสง.....	11
3.2 แผ่นปิกโปร่งใส.....	13
3.3 ฉนวนกันความร้อน.....	18



บทที่	หน้า
4 กลไกของการแหง	21
4.1 เงื่อนไขภายในและภายนอกของการแหง	22
4.1.1 กลไกภายในของการไหลของของเหลว	22
4.1.2 ศิวแปรภายนอก	22
4.2 ช่วงเวลาของการแหง	22
4.2.1 ช่วงเวลาที่อัตราการแหงคงที่	26
4.2.2 ช่วงเวลาที่อัตราการแหงลดลง	29
5 การสร้างและทดลองใช้เครื่องอบแหง	32
5.1 การสร้างและหลักการทํางานของเครื่องอบแหงแบบที่ 1	32
5.2 การอบกลวบน้ำในเครื่องอบแหงแบบที่ 1	32
5.3 การหาประสิทธิภาพของเครื่องอบแหง	36
5.4 การปรับปรุงเครื่องอบแหงแบบที่ 1 ให้เป็นแบบที่ 2 และ ผลการทดลอง	43
5.5 การสร้างเครื่องอบแหงแบบที่ 3	43
5.6 หลักการทํางานของเครื่องอบแหงแบบที่ 3	53
5.7 ผลการอบผลิตผลในเครื่องอบแหงแบบที่ 3	53
6 สรุปและวิจารณ์	80
6.1 ผลของการอบกลวบน้ำในเครื่องอบแหงแบบที่ 1 และแบบที่ 2	80
6.2 ผลของการอบผลิตผลในเครื่องอบแหงแบบที่ 3	81
6.3 ผลของการศึกษาวิธีวัดการไหลของอากาศในเครื่องอบแหง แบบที่ 3	83
6.4 การแหงของกลวบน้ำที่อุณหภูมิคงที่	85
เอกสารอ้างอิง	99
ประวัติ	101

รายการตารางประกอบ

ตารางที่

หน้า

1	แสดงสัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อนโดยการนำและอัตรากการ หนึ่งในช่วงเวลาให้อัตรากการแห่งคงที่.....	28
---	---	----

รายการรูปประกอบ

รูปที่	หน้า
2.1 แสดงรังสีสเปกตรัมมาตรฐานของนาชาติระยะทางเฉลี่ยของโลก- ดวงอาทิตย์ .....	5
2.2 แสดงการแปรค่าของรังสีนอกบรรยากาศโลกในเวลา 1 ปี.....	5
2.3 แสดงปฏิกิริยาของแสงอาทิตย์กับบรรยากาศ.....	7
2.4 แสดงการแจกแจงสเปกตรัมของแสงอาทิตย์นอกบรรยากาศโลกและ ที่พื้นโลก เปรียบเทียบกับแสงที่ออกจากวัตถุดำที่อุณหภูมิ 6,000 องศา เคลวิน .....	7
3.1 แสดงตัวรับแสงแบบพื้นฐาน 2 ชนิด คือ ชนิดแผ่นราบและชนิดรวมแสง	
3.2 แสดงตัวรับแสงชนิดแผ่นราบแบบทั่วไป.....	10
3.3 แสดงสเปกตรัมของแสงอาทิตย์และของผิวรับแสงที่มีอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส .....	12
3.4 แสดงการสะท้อนของผิวชนิดต่าง ๆ .....	12
3.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการส่งผ่านและจำนวนแผ่นกระจกที่มี ครรขนี้หักเห 1.51 .....	14
3.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการส่งผ่านและมุมตกกระทบของ รังสีเมื่อมีกระจก 1, 2 และ 3 แผ่น .....	14
3.7 กราฟแสดงการส่งผ่านรังสีของกระจกที่ประกอบด้วย $Fe_2O_3$ 0.035 เปอร์เซ็นต์ .....	16
3.8 กราฟแสดงการส่งผ่านรังสีของกระจกที่ประกอบด้วย $Fe_2O_3$ 0.10 เปอร์เซ็นต์ .....	16
3.9 กราฟแสดงการส่งผ่านรังสีของกระจกที่ประกอบด้วย $Fe_2O_3$ 0.15 เปอร์เซ็นต์ .....	17
3.10 กราฟแสดงการส่งผ่านรังสีของกระจกที่ประกอบด้วย $Fe_2O_3$ 0.48 เปอร์เซ็นต์ .....	17
3.11 กราฟแสดงการส่งผ่านรังสีอินฟราเรดของกระจกโดยเกิดการ สูญเสียเนื่องจากการสะท้อนแล้ว.....	19

3.12	กราฟแสดงการส่งผ่านรังสีอินฟราเรดของ โพลีโพรปีลีน, เทคลาร์, ไมลาร์และแคปตอน แต่ละกราฟศึกษาการสูญเสียเนื่องจากการสะท้อนแล้ว.....	20
4.1	กราฟระหว่าง เปอร์ เซนต์ความชื้นที่ ไซของ เปียกเป็นพื้นฐานและที่ ไซของแห้งเป็นพื้นฐาน .....	24
4.2	กราฟระหว่างความชื้น (dry basis) กับเวลา.....	25
4.3	กราฟระหว่างอัตราการแห้งกับความชื้น (dry basis).....	25
4.4	กราฟระหว่างอัตราการแห้งกับ เวลา.....	25
4.5	กราฟแสดงอัตราการแห้งของทรายเปียก 1 ถาด .....	31
4.6	กราฟแสดงอัตราการแห้งของมันฝรั่ง 1 แผ่น ซึ่งทำให้แห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส .....	31
5.1	ก. รูปแบบของ เครื่องอบแห้งแบบที่ 1 .....	33
	ข. รูปคานข้างของ เครื่องอบแห้งแบบที่ 1 .....	33
5.2 - 5.3	กราฟแสดงการแห้งของกล้วยในเครื่องอบแห้งแบบที่ 1 เทียบกับการตากธรรมชาตินอกเครื่องอบ.....	37 - 38
5.4 - 5.6	กราฟแสดงอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ภายในและภายนอกเครื่องอบแห้งแบบที่ 1 .....	39 - 41
5.7	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นของการกลายเป็นไอของน้ำกับอุณหภูมิ.....	42
5.8	ก. รูปแบบของ เครื่องอบแห้งแบบที่ 2.....	44
	ข. รูปคานข้างของ เครื่องอบแห้งแบบที่ 2 .....	44
5.9 - 5.10	กราฟแสดงการแห้งของกล้วยในเครื่องอบแห้งแบบที่ 2 เทียบกับการตากธรรมชาตินอกเครื่องอบ.....	45 - 46
5.11- 5.14	กราฟแสดงอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ภายในและภายนอกเครื่องอบแห้งแบบที่ 2 .....	47 - 49
5.15	รูปแบบของ เครื่องอบแห้งแบบที่ 3 .....	51

5.16 ก.	รูปด้านข้างของเครื่องอบแห้งแบบที่ 3.....	52
ข.	รูปด้านตัดขวางของเครื่องอบแห้งแบบที่ 3 .....	52
5.17-5.21	กราฟแสดงการแห้งของกล้วยในเครื่องอบแห้งแบบที่ 3 เทียบกับ การตากธรรมชาติกลางแจ้ง.....	54-58
5.22-5.25	กราฟแสดงอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ภายในเครื่องอบแห้ง แบบที่ 3 (ขณะอบกล้วย) และภายนอกเครื่องอบ.....	59-62
5.26-5.27	กราฟแสดงการแห้งของกล้วยในเครื่องอบแห้งแบบที่ 3 เทียบกับการตากธรรมชาติกลางแจ้ง.....	64
5.28-5.30	กราฟแสดงอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ภายในเครื่องอบแห้ง แบบที่ 3 (ขณะอบกล้วย) และภายนอกเครื่องอบ.....	65-67
5.31-	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้งแบบ ที่ 3 กับน้ำหนักกล้วยต่อพื้นที่แผ่นรับแสง.....	68
5.32-5.42	กราฟแสดงอัตราการแห้งของกล้วยในเครื่องอบแห้งแบบที่ 3...69-79	
6.1	แสดงเครื่องมือแบบที่ 1 ซึ่งใช้อบกล้วยที่อุณหภูมิคงที่ 50 และ 70 องศาเซลเซียส.....	85
6.2	กราฟแสดงการแห้งของกล้วยที่อุณหภูมิคงที่ 50 และ 70 องศาเซลเซียส โดยใช้เครื่องมือแบบที่ 1 .....	87
6.3-6.4	กราฟแสดงอัตราการแห้งของกล้วยที่อุณหภูมิคงที่ 50 และ 70 องศา เซลเซียส โดยใช้เครื่องมือแบบที่ 1.....	88-89
6.5	แสดงเครื่องมือแบบที่ 2 ซึ่งใช้อบกล้วยที่อุณหภูมิคงที่ 45 และ 60 องศาเซลเซียส.....	90
6.6	กราฟแสดงการแห้งของกล้วยที่อุณหภูมิคงที่ 45 และ 60 องศา เซลเซียส โดยใช้เครื่องมือแบบที่ 2 .....	92

รูปที่

หน้า

- 6.7-6.8 กราฟแสดงอัตราการแห้งของกล้วยที่อุณหภูมิคงที่ 45 และ 60 องศาเซลเซียส โดยใช้เครื่องมือแบบที่ 2..... 93-94
- 6.9 แสดงเครื่องมือแบบที่ 3 ซึ่งใช้ขอบกล้วยที่อุณหภูมิ  $36 \pm 2$  องศาเซลเซียส โดยไม่มีการไหลของอากาศ..... 95
- 6.10 กราฟแสดงการแห้งของกล้วยที่อุณหภูมิ  $36 \pm 2$  องศาเซลเซียส โดยใช้เครื่องมือแบบที่ 3.....96
- 6.11 กราฟแสดงอัตราการแห้งของกล้วยที่อุณหภูมิ  $36 \pm 2$  องศาเซลเซียส โดยใช้เครื่องมือแบบที่ 3..... 97