

50306802 : MAJOR : PHYSICS

KEY WORDS : LONGAN/ DRYING KINETICS/ DIFFUSIVITY/ FINITE ELEMENT MODELING/ LONGAN DRYER

NIROOT LAMLERT : DRYING OF LONGAN: ITS DRYING KINETICS AND PERFORMANCE OF LONGAN DRYERS. THESIS ADVISOR : ASSOC.PROF.SERM JANJAI, Ph.D. 106 pp.

In this work, drying kinetics of longan drying and performance evaluation of longan dryers has been carried out. For the drying kinetics, thin layer drying of peeled longan was conducted under controlled condition of temperature and relative humidity. Drying air temperature has great influence on the drying rate of peeled longan. The moisture content of peeled longan were function of air temperature and relative humidity. Page model was found to be the best model to predict the moisture content of peeled longan during drying. Moisture diffusivities of different parts of longan fruit have also determined. It was found that the diffusivity of the flesh of longan fruit increased with temperature but the diffusivities of shell, seed coat, seed and seed stalk were temperature independent.

A two dimension finite element model has been developed to simulate moisture diffusion in longan fruit using the diffusivities of different parts of longan fruit obtained from this work. Shrinkage of the flesh of longan during drying was also taken into account. This finite element model satisfactorily predicted the moisture diffusion in longan fruit.

The performance of a side loading type solar tunnel dryer for drying peeled longan has been evaluated. Five full-scale experimental runs were conducted and 100 kg of peeled longan was dried in each experimental run. The drying time in this tunnel dryer was 16 h for drying peeled longan from an initial moisture content of 84% (wb) to a final moisture content of 12% (wb). A system of partial differential equations describing heat and moisture transfer during drying of peeled longan in this solar tunnel dryer was also developed. The simulated results agreed well with the experimental data.

Finally, the performance of a batch type longan dryer using biomass burner with air flow reversal was investigated. The dryer consists of biomass burner and a drying bin with an arrangement for periodic air flow reversal. Three sets for drying runs of whole longan for loading capacity of 2000 kg, 1500 kg and 1000 kg were carried out. The drying time of whole longan in the longan dryer was 60 h, 54 h and 48 h, for 2000 kg, 1500 kg and 1000 kg, respectively. The quality of dried product was also good in comparison to high quality product in markets. Additionally, a set of partial differential equations was also developed to simulate the performance of this dryer. It was found that the simulated results agreed well with the experimental data. This model can be used to provide the design data and it is also essential for optimal design of the dryer.

Department of Physics Graduate School, Silpakorn University Academic Year 2010

Student's signature

Thesis Advisor's signature

50306802 : สาขาวิชาฟิสิกส์

คำสำคัญ : ล้ำไย/ โคนดิกส์ของการอบแห้ง/ ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่/ แบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์/ เครื่อง
อบแห้งล้ำไย

นิรุกษ์ ล้ำเลิศ : การอบแห้งล้ำไย : โคนดิกส์ของการอบแห้ง และสมรรถนะของเครื่องอบแห้งล้ำไย.

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : รศ.ดร.เสริม จันทร์ฉาย. 106 หน้า.

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยทำการศึกษาโคนดิกส์ของการอบแห้ง และสมรรถนะของเครื่องอบแห้งล้ำไย ในการศึกษาโคนดิกส์ของการอบแห้งผู้วิจัยจะทำการทดลองอบแห้งเนื้อล้ำไยแบบชั้นบางโดยควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ จากการทดลองพบว่าอุณหภูมิของอากาศมีอิทธิพลอย่างมากต่ออัตราการแห้งล้ำไย โดยความชื้นของล้ำไยจะเป็นฟังก์ชันของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ และพบว่าแบบจำลองของ Page สามารถที่จะทำนายการลดลงของความชื้นของการอบแห้งล้ำไยได้ดีที่สุดในลำดับต่อไป ผู้วิจัยได้ทำการหาค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ของความชื้นของส่วนต่างๆของผลล้ำไย ผลการศึกษาพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ของเนื้อล้ำไยจะเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิ ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ของเมล็ด เปลือกหุ้มเมล็ด เปลือก และขั้ว ของล้ำไยจะไม่ขึ้นกับอุณหภูมิ จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์ 2 มิติของการแพร่ความชื้นในผลล้ำไยโดยใช้สัมประสิทธิ์การแพร่ของส่วนต่างๆของล้ำไยข้างต้น แบบจำลองดังกล่าวจะพิจารณาการหดตัวของเนื้อล้ำไยด้วย ผลการศึกษาพบว่าแบบจำลองดังกล่าวสามารถทำนายการแพร่ของความชื้นในผลล้ำไยได้ดี

หลังจากนั้นผู้วิจัยได้ทำการศึกษาสมรรถนะของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์กลมในการอบแห้งเนื้อล้ำไย โดยทำการอบแห้ง 5 ครั้งๆละ 100 กิโลกรัม ผลการทดลองพบว่าความชื้นของล้ำไยลดลงจากความชื้นเริ่มต้น 84% (wb) จนถึงความชื้นสุดท้าย 12% (wb) โดยใช้เวลา 16 ชั่วโมง นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ทำการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับอธิบายการถ่ายเทมวลและความร้อนในเครื่องอบแห้ง ผลการศึกษาพบว่า ผลการคำนวณจากแบบจำลองสอดคล้องกับผลการวัด

สุดท้ายผู้วิจัยได้ทำการศึกษาสมรรถนะเครื่องอบแห้งล้ำไยแบบสลับอากาศร้อนโดยใช้เครื่องเผาไหม้ชีวะมวลเป็นแหล่งให้ความร้อน โดยทำการทดลองอบแห้งล้ำไยทั้งผลจำนวน 3 ครั้ง โดยครั้งที่ 1 ใช้ล้ำไย 2000 กิโลกรัม ครั้งที่ 2 ใช้ล้ำไย 1500 กิโลกรัม และ ครั้งที่ 3 ใช้ล้ำไย 1000 กิโลกรัม ผลการทดลองพบว่า เวลาที่ใช้ในการอบแห้งล้ำไย 2000 กิโลกรัม 1500 กิโลกรัม และ 1000 กิโลกรัม มีค่าเท่ากับ 60 ชั่วโมง 54 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมงตามลำดับ ล้ำไยอบแห้งที่ได้จากเครื่องอบแห้งดังกล่าวมีคุณภาพที่ดี นอกจากนี้ผู้วิจัยได้พัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับทำนายสมรรถนะเครื่องอบแห้งล้ำไยดังกล่าว ผลที่ได้พบว่าแบบจำลองสามารถทำนายสมรรถนะของเครื่องอบแห้งล้ำไยได้สอดคล้องกับผลการทดลอง โดยที่แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้ในการออกแบบเครื่องอบแห้งล้ำไยที่เหมาะสมกับสภาวะการใช้งานต่างๆ ต่อไป

Acknowledgments

A thesis entitled “Drying of longan: its drying kinetics and performance of longan dryers” is submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy (Physics), Graduate School, Silpakorn University.

This research is a part of the research project SFB 564 (“Research for Sustainable Land Use and Rural Development in Mountainous Regions of Southeast Asia”), funded by Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), Germany, and co-funded by the National Research Council of Thailand and the Ministry of Science, Technology and Environment, Vietnam. I gratefully acknowledge this financial support. Prof. Dr. Joachim Mueller is gratefully acknowledged for his support to this research work.

I would like to express my sincere thanks to Assoc. Prof. Dr. Serm Janjai, my supervisor for his helpful guidance and support throughout this study. My sincerely gratitude is also given to Prof. B.K. Bala for the scientific support and valuable advice.

I am grateful to Assoc. Prof. Chumnong Thamrongmas, Head of Department of Physics, for the administrative support during the study. Prof. Dr. Virulh Sa-yakanit and Assoc. Prof. Dr. Sirichai Thepa are gratefully acknowledged for examining this thesis.

I would like to thank Mr. Chalermchai Ngamdee, Mr. Sarawut Naebnean, Mr. Yuttasak Boonrod, Mr. Pipop Leethochawalit and all researchers in Solar Energy Research Laboratory of Silpakorn University for their helps and friendship during the study.

Finally, I would like to specially express my gratitude and deepest appreciation to my parents and relatives for their love and support throughout my life.