บทคัดย่อ

T156007

วิทยานิพนธ์นี้ทำการศึกษาหาความเหมาะสมในการใช้เครื่องอบแห้งลำไยอบแห้งผลิตผลทางการเกษตร เพื่อให้มีการใช้งานเครื่องอบแห้งอย่างต่อเนื่องและเต็มประสิทธิภาพ โดยใช้เครื่องอบแห้งลำไยพลังงานชีวมวลแบบสลับลมร้อน มีห้องอบแห้ง 2 ชั้นขนาด 40x120x120 cm ความจุลำไย 300 kg และมีระบบนำอากาศร้อนจากการอบแห้งกลับมาใช้ใหม่ได้ การทดลองภายใต้เงื่อนไขการอบแห้งแบบชั้นหนาและมีการปรับปรุงสมรรถนะของเครื่องอบแห้งโดยการออกแบบและติดตั้งแผงรับรับสีอาทิตย์เพื่อนำพลังงานความร้อนจากรังสีอาทิตย์มาใช้ร่วมกับพลังงานชีวมวล เพื่อลดการใช้พลังงานจำเพาะในการอบแห้ง โดยทำการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมของพารามิเตอร์ในการอบแห้งพริกชี้ฟ้า ใบมะกรูด และตะไคร้ คือส่วนที่ 1 ความหนาชั้นผลิตภัณฑ์ ทดลองที่ 10 20 และ30 cm ส่วนที่ 2 อัตราการนำอากาศร้อนกลับมาใช้ใหม่ ทดลองที่ร้อยละ 60 และ 80 ของอากาศอบแห้งทั้งหมด ในส่วนนี้ได้ทำการทดลองก่อนปรับปรุงเครื่องอบแห้ง และในส่วนของการทดลองหลังปรับปรุงเครื่องอบแห้งโดยใช้สภาวะที่เหมาะสมในการอบแห้งจากการทดลองส่วนแรก เพื่อเปรียบเทียบความสิ้นเปลืองพลังงานหลังจากมีการใช้พลังงานความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับพลังงานชีวมวลในการอบแห้ง โดยการอบแห้งจะพิจารณาถึงระยะเวลาในการอบแห้ง อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง และคุณภาพของผลิตภัณฑ์

จากการทดลองอบแห้งพริกชี้ฟ้า ใบมะกรูด และตะไคร้ เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการอบแห้ง และเปรียบเทียบสัดส่วนการประหยัดพลังงานของการอบแห้งแบบมีและไม่มีการนำอากาศร้อนกลับมาใช้ใหม่ ก่อนมีการปรับปรุงเครื่องอบแห้ง พบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการอบแห้งพริกชี้ฟ้า คือ ชั้นความหนา 20 cm อุณหภูมิในการอบแห้ง 80°C ใช้ระยะเวลาในการอบแห้ง 17 ชั่วโมง อบแห้งที่ความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 250 มาตรฐานแห้ง ลดลงเหลือร้อยละ 13 มาตรฐานแห้ง โดยมีสัดส่วนการนำอากาศร้อนกลับมาใช้ใหม่ร้อยละ 80 สิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเท่ากับ 10.23 MJ/kg H_2O_{evap} สามารถประหยัดพลังงานได้ร้อยละ 21 ส่วนการทดลองอบแห้งใบมะกรูด ความหนาชั้นผลิตภัณฑ์ 30 cm อุณหภูมิอบแห้ง 60°C ใช้ระยะเวลาอบแห้ง 6 ชั่วโมง จากความชื้น

เริ่มต้นร้อยละ 165 มาตรฐานแห้ง ลดลงเหลือร้อยละ 12 มาตรฐานแห้ง โดยมีการนำอากาศร้อนกลับมาใช้ใหม่ร้อยละ 80 ของอากาศอบแห้งทั้งหมด ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะมีค่า 14.26 MJ/kg H_2O_{evap} สามารถประหยัดพลังงานได้ร้อยละ 21.9 และในการอบแห้งตะไคร้ ชั้นความหนาที่เหมาะสม คือ 30 cm อุณหภูมิในการอบแห้ง 70°C ระยะเวลาในการอบแห้งอบแห้ง 7 ชั่วโมง อบแห้งที่ความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 310 มาตรฐานแห้ง ลดลงเหลือร้อยละ 12 มาตรฐานแห้ง มีการนำอากาศร้อนกลับมาใช้ร้อยละ 80 สิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเท่ากับ 7.25 MJ/kg H_2O_{evap} สามารถประหยัดพลังงานได้ร้อยละ 20.5 ส่วนของการทดลองหลังปรับปรุงเครื่องอบแห้งโดยทดลองอบแห้งใบมะกรูด และตะไคร้ เมื่อติดตั้งแผงรับรังสีอาทิตย์ขนาด 5 m^2 เพื่ออุ่นอากาศก่อนเข้าเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์เฉลี่ย 850 W/m^2 สามารถเพิ่มอุณหภูมิได้ 20°C จากอุณหภูมิแวดล้อมเฉลี่ย 28°C ประสิทธิภาพของแผงรับรังสีอาทิตย์มีค่าประมาณ 40% จาก การใช้พลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ร่วมกับพลังงานชีวมวลในการอบแห้งสามารถประหยัดพลังงานชีวมวลได้ร้อยละ 40 ของพลังงานที่ใช้ทั้งหมดก่อนมีการปรับปรุงเครื่องอบแห้ง และเมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบอบแห้ง ก่อนมีการปรับปรุงเครื่องอบแห้งมีค่าเท่ากับ 12% และหลังปรับปรุงเครื่องอบแห้งเพิ่มขึ้นเป็น 19% ระยะเวลาการคืนทุนของระบบอบแห้งที่มีการอบแห้งผลิตผลทางการเกษตรแบบต่อเนื่องหลังการปรับปรุงเครื่องอบแห้งมีค่าเท่ากับ 0.69 ปี เมื่อเปรียบเทียบกับการอบแห้งลำไยเพียงอย่างเดียวที่มีระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 1.15 ปี ทำให้เกษตรกรสามารถคืนทุนได้เร็วขึ้นถึง 0.46 ปี นอกจากส่วนของการทดลองอบแห้งแล้วได้ทำการหาสมการการอบแห้งพริกขี้ฟ้า ใบมะกรูด และตะไคร้ ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ 14 แบบ โดยพิจารณาสมการที่เหมาะสมจากค่าสหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient, *r*) ได้สมการการอบแห้งพริกขี้ฟ้า ของ Midilli et al. สมการการอบแห้งใบมะกรูด ของ Midilli et al. และสมการการอบแห้งตะไคร้ ของ Wang and Singh

Abstract

TE 156007

The objective of this research is to investigate the optimal drying condition and to increase the efficiency of a biomass longan dryer for drying of agricultural products. The biomass longan dryer consists of a combustion chamber, a drying chamber with two-stage layers size 40x120x120 cm with the longan capacity of 300 kg, a hot air damper and a ducting system with air recycling. Thermal performance of a biomass longan dryer was improved by the installation of a flat-plate solar collector for inlet air preheating in order to save the specific energy consumption. The experimentations were conducted and tested in order to investigate the optimal parameters of the chili spur pepper, leech lime leafs and lemon grass dryings. Drying conditions in terms of the products layer thickness i.e. 10, 20 and 30 cm and the fraction of air recycling at 60% and 80% of the outlet air. In order to investigate the optimal drying conditions, the following parameters were considered; the specific energy consumption, the drying time, the energy consumption and the products quality.

The experimental results showed that the optimal drying conditions for the chili spur pepper were 20 cm layer thickness and 80 °C drying air temperature corresponding to the 17 hours drying time with the initial moisture content of 250% (db) down to the final moisture content of 13% (db), the fraction of air recycling should be 80% of outlet air whereas the specific energy consumption was 10.23 MJ/kg H_2O_{evap} that could save 21% of the overall energy consumption. Furthermore, the optimal drying conditions for the leech lime leafs were 30 cm layer thickness, 60°C drying air temperature corresponding

to 6 hours drying time with the initial moisture content of 165% (db) down to the final moisture content of 12% (db), the fraction of air recycling should be 80% of outlet air, the specific energy consumption was 14.26 MJ/kg H_2O_{evap} that could save 21.9% of the overall energy consumption. Not only that, the optimal drying conditions for the lemon grass were 30 cm layer thickness, 70°C drying air temperature, 7 hours drying time with the initial moisture content of 310% (db) down to the final moisture content of 12% (db), the fraction of air recycling should be 80% of outlet air, the specific energy consumption was 7.25% MJ/kg H_2O_{evap} that could save 20.5% of the overall energy consumption. The performance of a biomass longan dryer was improved by the installation a flat-plate solar collector size of 5 m^2 for inlet air preheating. The experimental results showed that a flat-plate solar collector could increase the drying air temperature of 20°C when operated under the average solar radiation intensity of 850 W/m^2 and the average ambient temperature was 28°C. The collector efficiency was about 40% and the biomass energy consumption was saved 40%. The efficiency of an improved biomass longan dryer was about 19% increasing 5% when compared to the traditional longan dryer. Finally, the payback period (PBP) of the biomass longan dryer when operated for longan drying only was about 1.15 years whereas continuously operated for drying of longan and agricultural products was about 0.69 years. Furthermore, the drying curves of chili spur pepper, leech lime leafs and lemon grass were fitted to the experimental data using fourteen different moisture ratio equation. The correlation coefficient (r) to select the best equation for variation in the drying curves of the dried samples. The experimental results showed that the Midilli et al. model was found to be the best model for describing the drying curves of chili spur pepper and leech lime leafs. Also, the Wang and Singh model was found to the best model for lemon grass drying curves.