ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ การพัฒนาตู้อบแห้งข้าวแตนโดยใช้ปั๊มความร้อน

ผู้เขียน นายศิริชัย สายอ้าย

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมพลังงาน)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ.ดร. สัมพันธ์ ไชยเทพ

บทคัดย่อ

168186

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบ สร้างและทดสอบสมรรถนะของเครื่องอบแห้งโดยใช้ระบบปั๊มความร้อนที่เหมาะสมกับอุตสาหกรรมขนาดเล็ก ให้มีความสามารถในการอบแห้งข้าวแตนเปียกครั้งละ 50 kg ในส่วนของห้องอบแห้งสามารถบรรจุถาดจำนวน 12 ถาด รวม 8 ตารางเมตร ระบบปั๊มความร้อนที่ใช้ในการวิจัยนี้ประกอบด้วย คอนเดนเซอร์ อีแวปปอเรเตอร์ คอมเพรสเซอร์ และวาล์วลดความดันอยู่ในชุดเดียวกัน ขนาดการทำความเย็น 9,000 BTU/h ใช้สารทำความเย็น R-22 พัดลมหมุนเวียนอากาศแบบใบพัดโค้งหน้าขับด้วยมอเตอร์ขนาด 0.5 HP ที่ 1,430 rpm มีอัตราการไหลเชิงมวลของอากาศภายในระบบ 0.512 kg/s การทดลองทำในระบบปิดมีเพียงน้ำที่ควบแน่นออกมาจากระบบ โดยการทดลองมีเงื่อนไขเดียวแต่ปรับเปลี่ยนค่าอัตราส่วนอากาศที่ไม่ผ่านอีแวปปอเรเตอร์ (Bypass air ratio, BPA) 4 ระดับคือ 0 25 50 และ 75% ในทุกการทดลองจะไม่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศอบแห้ง ความชื้นเริ่มต้นของข้าวแตนเปียกประมาณ 81% มาตรฐานแห้ง ใช้เวลาอบแห้ง 8 ชั่วโมง

พบว่าอัตราส่วนอากาศที่ไม่ผ่านอีแวปปอเรเตอร์ (BPA) 0 25 50 และ 75% ได้ค่าความร้อนที่คอนเดนเซอร์เฉลี่ยเท่ากับ 4.21 3.56 3.52 และ 3.19 kW ค่าความร้อนที่อีแวปปอเรเตอร์เฉลี่ยเท่ากับ 5.01 4.21 2.95 และ 1.66 kW กำลังงานที่ได้จากคอมเพรสเซอร์เฉลี่ยเท่ากับ 0.94 0.78 0.79 และ 0.87 kW โดยสมรรถนะของระบบปั๊มความร้อนมีค่า $COP_{hp,avg}$ เท่ากับ 4.43 4.44 4.43 และ 3.66 ค่า $COP_{ref,avg}$ เท่ากับ 5.30 5.38 3.76 และ 1.91 ในขณะที่เครื่องอบแห้งมีอัตราการอบแห้งเฉลี่ยเท่ากับ 2.19 2.39 2.29 และ 2.30 kg water evap/h อัตราการควบแน่นน้ำที่อีแวปปอเรเตอร์เฉลี่ย (MER_{avg}) เท่ากับ 1.59 1.59 1.52

168186

และ 1.26 kg water cond/h อัตราการระเหยน้ำจำเพาะเฉลี่ย ($SMER_{avg}$) เท่ากับ 1.21 1.36 1.41 และ 1.42 kg water evap/h และความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเฉลี่ย (SEC_{avg}) เท่ากับ 2.98 2.64 2.55 และ 2.53 MJ/kg water evap

ในการอบแห้งข้าวแตนเปียก 50 kg จะใช้เวลาทั้งหมด 8 ชั่วโมง และพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในกาอบแห้งเท่ากับ 14.0 kWh เมื่อทำการวิเคราะห์ผลเชิงเศรษฐศาสตร์ พบว่ามีค่าใช้จ่ายในการอบแห้งรวมเท่ากับ 3.48 บาทต่อกิโลกรัมข้าวแตนแห้ง โดยแบ่งออกเป็น ค่าใช้จ่ายการสร้างเครื่องอบแห้ง ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้า ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเท่ากับ 1.84 1.24 และ 0.41 บาทต่อกิโลกรัมข้าวแตนแห้งตามลำดับ ถ้าทำการทดสอบทุกวัน ๆ ละ 1 ครั้ง (8 ชั่วโมง) จะมีระยะเวลาคืนทุน 1.38 ปี มีอัตราผลตอบแทนการลงทุน 66.85% เมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องอบแห้งของกลุ่มเกษตรกรแล้วจะมีค่าใช้จ่ายต่ำกว่าและมีระยะคืนทุนที่เร็ว ซึ่งคุ้มค่าต่อการลงทุนในเชิงพาณิชย์ของกลุ่มเกษตรกรต่อไป

Thesis Title Development of Khoa Tan Cabinet Dryer Using Heat Pump

Author Mr. Sirichai Saiay

Degree Master of Engineering (Energy Engineering)

Thesis Advisor Assoc. Prof. Dr. Sumpun Chaitep

ABSTRACT

168186

The research aims to design, testing and performance evaluation of small-scale heat pump dryer. The dryer capacity is 50 kg of khoa tan per batch and its drying chamber should accommodate a cabinet with 12 trays. A heat pump modified from a window type air conditioning package with a capacity of 9,000 BTU/h with R-22 as a working fluid. The heat pump dryer system was consisted of a condenser coil, with evaporator coil, a compressor, an expansion valve and a circulating blower of 0.5 HP at 1,430 rpm, an air mass flow rate of 0.512 kg/s. In the experimental, khoa tan was dried in closed loop system under fixed conditions of bypass air ratio (BPA) at 4 levels of 0, 25, 50 and 75%. The khoa tan with initial moisture content of 81% dry basis was dried per loaded batch within approximately 8 hours.

It was found that when the amount bypass air ratio were 0, 25, 50 and 75%, the heat exchanged of average air temperature at condenser coil ($Q_{c,avg}$) were 4.21, 3.56, 3.52 and 3.19 kW, the heat exchanged of average air temperature at evaporator coil ($Q_{e,avg}$) were 5.01, 4.21, 2.95 and 1.66 kW, the average power of compressor ($P_{c,avg}$) were 0.94, 0.78, 0.79 and 0.87 kW. The $COP_{hp,avg}$ were 4.43, 4.44, 4.43 and 3.66, the $COP_{ref,avg}$ were 5.30, 5.38, 3.76 and 1.91., respectively. The maximum average drying rate (DR) were 2.19, 2.39, 2.29 and 2.30., and specific moisture extraction rate ($SMER_{avg}$) were 1.21, 1.36, 1.41 and 1.42 kg water evap/kWh. The maximum moisture extraction rate

(MER_{avg}) were 1.59, 1.59, 1.52 and 1.26 kg water cond/h and average specific energy consumption (SEC_{avg}) were 2.98, 2.64, 2.55 and 2.53 MJ/kg water evaporate.

The economical analysis of this drying experiment shown that total cost of drying for 1 batch of 50 kg (wet) khao tan was 3.48 baht per kg dry product at a fixed investment cost was 1.84 baht per kg dry product, an energy cost was 1.24 baht per kg dry product and a maintenance cost was 0.41 baht per kg dry product. Assume that the operation is 1 batch per day, hence the pay back periods would be 1.38 years and the internal rate of return (IRR) would be 66.85%, which showed a reasonable trend for commercial investment in small-scale industry of agricultural group.