

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์

การพัฒนาตู้อบแห้งข้าวแตนโดยใช้ปั๊มความร้อน

ผู้เขียน

นายศิริชัย สายอ้าย

ปริญญา

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมพลังงาน)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

รศ.ดร. สัมพันธ์ ไชยเทพ

## บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบ สร้างและทดสอบสมรรถนะของเครื่องอบแห้งโดยใช้ระบบปั๊มความร้อนที่เหมาะสมกับอุตสาหกรรมขนาดเล็ก ให้มีความสามารถในการอบแห้งข้าวแตนเปียกครั้งละ 50 kg ในส่วนของห้องอบแห้งสามารถบรรจุวัตถุดิบจำนวน 12 ถาด รวม 8 ตารางเมตร ระบบปั๊มความร้อนที่ใช้ในการวิจัยนี้ประกอบด้วย คอนเดนเซอร์ อีแวปโปเรเตอร์ คอมเพรสเซอร์ และวาล์วลดความดันอยู่ในชุดเดียวกัน ขนาดการทำความร้อน 9,000 BTU/h ใช้สารทำความเย็น R-22 พัดลมหมุนเวียนอากาศแบบใบพัด โคลงหน้าขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ขนาด 0.5 HP ที่ 1,430 rpm มีอัตราการไหลเชิงมวลของอากาศภายในระบบ 0.512 kg/s การทดลองทำในระบบปิดมีเพียงน้ำที่ควบแน่นออกมาจากระบบ โดยการทดลองมีเงื่อนไขเดียวแต่ปรับเปลี่ยนค่าอัตราส่วนอากาศที่ไม่ผ่านอีแวปโปเรเตอร์ (Bypass air ratio, BPA) 4 ระดับคือ 0 25 50 และ 75% ในทุกการทดลองจะไม่มี การควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศอบแห้ง ความชื้นเริ่มต้นของข้าวแตนเปียกประมาณ 81% มาตรฐานแห้ง ใช้เวลาอบแห้ง 8 ชั่วโมง

พบว่าอัตราส่วนอากาศที่ไม่ผ่านอีแวปโปเรเตอร์ (BPA) 0 25 50 และ 75% ได้ค่าความร้อนที่คอนเดนเซอร์เฉลี่ยเท่ากับ 4.21 3.56 3.52 และ 3.19 kW ค่าความร้อนที่อีแวปโปเรเตอร์เฉลี่ยเท่ากับ 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 อัตราการควบแน่นน้ำที่อีแวปโปเรเตอร์เฉลี่ย ( $MER_{avg}$ ) เท่ากับ 1.59 1.59 1.52

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 และพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการอบแห้งเท่ากับ 14.0 kWh เมื่อทำการวิเคราะห์ผลเชิงเศรษฐศาสตร์ พบว่ามีค่าใช้จ่ายในการอบแห้งรวมเท่ากับ 3.48 บาทต่อกิโลกรัมข้าวแตนแห้ง โดยแบ่งออกเป็น ค่าใช้จ่ายการสร้างเครื่องอบแห้ง ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้า ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเท่ากับ 1.84 1.24 และ 0.41 บาทต่อกิโลกรัมข้าวแตนแห้ง ตามลำดับ ถ้าทำการทดสอบทุกวัน ๆ ละ 1 ครั้ง (8 ชั่วโมง) จะมีระยะเวลาคืนทุน 1.38 ปี มีอัตราผลตอบแทนการลงทุน 66.85% เมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องอบแห้งของกลุ่มเกษตรกรแล้วจะมีค่าใช้จ่ายต่ำกว่า และมีระยะคืนทุนที่เร็ว ซึ่งคุ้มค่าต่อการลงทุนในเชิงพาณิชย์ของกลุ่มเกษตรกรต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
Copyright© by Chiang Mai University  
All rights reserved

<b>Thesis Title</b>	Development of Khoa Tan Cabinet Dryer Using Heat Pump
<b>Author</b>	Mr. Sirichai Saiay
<b>Degree</b>	Master of Engineering (Energy Engineering)
<b>Thesis Advisor</b>	Assoc. Prof. Dr. Sumpun Chaitep

### ABSTRACT

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.



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
Copyright© by Chiang Mai University  
All rights reserved