179921

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นการศึกษาถึงการพัฒนาเครื่องอบแห้งใบชาโดยใช้ปั๊มความร้อน มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบ สร้าง และทำการทดสอบสมรรถนะของเครื่องอบแห้ง ใบชาแบบปั๊มความร้อน โดยใช้เครื่องปรับอากาศแบบหน้าต่างดัดแปลงเป็นปั๊มความร้อน ด้วยการเปลี่ยนอุปกรณ์ควบคุมการไหลของน้ำยา เพื่อให้อุณหภูมิอีแวปปอเรเตอร์ลดต่ำลงอยู่ในช่วง -4°C ถึง 4°C ตามสมมติฐานที่ว่า เมื่ออากาศเคลื่อนที่ผ่านอีแวปปอเรเตอร์จะเกิดการดึงความชื้นออกจากระบบโดยการกลั่นตัว ซึ่งความชื้นที่ถูกดึงออกจากระบบนี้ตามหลักการของกระบวนการทางไซโครเมตริกนั้นจะต้องมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิจุดน้ำค้างของอากาศ ทำให้เครื่องอบแห้งสามารถทำการกลั่นน้ำได้เพิ่มมากขึ้น

โดยขั้นตอนการศึกษา ได้ทำการดัดแปลงเครื่องปรับอากาศแบบหน้าต่างที่มีขนาดการทำความเย็น 1 ตันความเย็น (12,000 BTU/hr หรือ 3,516 Watts) ซึ่งใช้น้ำยาสารทำความเย็น R-22 เป็นปั๊มความร้อน ด้วยการเปลี่ยนอุปกรณ์ควบคุมการไหลของน้ำยาสารทำความเย็นจากเดิมที่เป็นท่อแคปปิลารีมาเป็นเทอร์โมสแตติกเอ็กซ์แปนชันวาล์ว ขนาด 1 ตันความเย็น ซึ่งใช้สำหรับทำความเย็นจัด ติดตั้งกับเครื่องอบแห้งที่สร้างขึ้น ทำการทดสอบสมรรถนะของเครื่องอบแห้ง และวิเคราะห์ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อสมรรถนะของเครื่องอบแห้งดังนี้ อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศก่อนเข้าและหลังออกจากเครื่องอบแห้ง อัตราการดึงความชื้นที่อีแวปปอเรเตอร์ (MER) อัตราการดึงความชื้นจำเพาะ (SMER) ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ (SEC) ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะของการทำความเย็น (COP_{re}) และค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะของปั๊มความร้อน (COP_{hp}) โดยทำการทดลองภายใต้เงื่อนไขดังนี้ ทำการทดลองอบแห้งใบชาภายในระบบปิด ความชื้นเริ่มต้นของใบชาเท่ากับ 65-70 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก ทำการอบแห้งให้เหลือความชื้นสุดท้ายเท่ากับ 10-15 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก

จากการวิเคราะห์พบว่า อุณหภูมิของอากาศก่อนเข้าและหลังออกเครื่องอบแห้งมีค่าอยู่ระหว่าง 37-49°C และ 40-52°C ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศก่อนเข้าและหลังออกเครื่องอบแห้งมีค่าอยู่ระหว่าง 50-67% และ 45-65% ตามลำดับ อัตราการดึงความชื้นที่อีแวปปอเรเตอร์ (MER) มีค่าเท่ากับ 2.239 กิโลกรัมน้ำต่อชั่วโมง อัตราการดึงความชื้นจำเพาะ (SMER) มีค่าเท่ากับ 1.862 กิโลกรัมน้ำต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ (SEC) มีค่าเท่ากับ 2.76 เมกะจูลต่อกิโลกรัมน้ำ ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะของการทำความเย็น (COP_{re}) มีค่าเท่ากับ 4.47 และค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะของปั๊มความร้อน (COP_{hp}) มีค่าเท่ากับ 2.74 ใช้เวลาในการอบแห้งทั้งสิ้น 5 ชั่วโมง

จากการวิเคราะห์ในเชิงเศรษฐศาสตร์ พบว่าต้นทุนในการผลิตชาแห้งของเครื่องอบแห้งเท่ากับ 79.6 บาทต่อกิโลกรัม ในขณะที่กระบวนการผลิตดั้งเดิมของเกษตรกรที่ใช้การตากแดดและแรงงานคนมีต้นทุนในการผลิตชาแห้งอยู่ที่ 91.2 บาทต่อกิโลกรัม

179921

This research was to study the development of tea leaf dryer using heat pump. The objectives were designed, construction the prototype including testing the performance of a heat pump dryer. The heat pump was modified from window-type air-conditioner by replacing refrigerant flow control in order to decrease the evaporator temperature to the range of -4^0C to $+4^0$C with the air temperature lower than dew point temperature causes higher potential of water extraction from the system.

The first phase of this study has installed heat pump modified from window-type air-conditioner which hasratedcapacity 1 ton of refrigeration (12,000 Btu/hr or 3,516 Watts) using R-22 refrigerant operate as a heat pump. The capillary tube was replaced by a thermostatic expansion valve of similar refrigerating capacity.

The heat pump dryer was designed to be operated for the following condition of 65 – 70% (wb) initial moisture content and 10 – 15% (wb) final moisture content of tea leaf in close system of air direction.

Analysis of parameters affecting to performance were heat pump inlet/outlet temperatures and relative humidity, moisture extraction rate (MER), specific moisture extraction rate (SMER), specific energy consumption (SEC), and heat pump efficiency in term of refrigerant and heat pump coefficient of performance (COP_{re} and COP_{hp}). It was found that heat pump conditions at inlet compare to outlet was 37 – 49^0C, 50 – 67%RH and 40 – 52^0C, 45 – 65%RH respectively. Moisture extraction rate was 2.239 kg of water per hour, specific moisture extraction rate was 1.862 kg of water per kWh, specific energy consumption was 2.76 MJ per kg of water, with COP_{re} was 4.47 and COP_{hp} was 2.74. Time for drying per batch was 5 hours.

The engineering economics analysis was found that tea leaf heat pump dryer operating cost was 79.6 baht/kg dry product. While, the labour intensive of conventional sun drying practice was 91.2 baht/kg dry product.