วิทยานิพนธ์นี้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาผลกระทบของวิธีการควบคุมอุณหภูมิและเงื่อนไขการอบแห้งที่มีต่อสมรรถนะและพลังงานที่ใช้ของเครื่องอบแห้งแบบปั๊มความร้อน โดยการติดตั้งระบบปั๊มความร้อน 2 ระบบให้กับเครื่องอบแห้ง ระบบแรกคือเครื่องอบแห้งแบบปั๊มความร้อนชนิดความเร็วรอบเครื่องอัดไอแปรผันซึ่งใช้วิธีการควบคุมอุณหภูมิภายในห้องอบแห้งให้คงที่โดยใช้อินเวอร์เตอร์ควบคุมความเร็วรอบของเครื่องอัดไอเพื่อปรับอัตราการไหลของสารทำเย็นให้เหมาะสมกับภาระความร้อนภายในห้องอบแห้ง ระบบที่สองคือ เครื่องอบแห้งแบบปั๊มความร้อนชนิดความเร็วรอบเครื่องอัดไอคงที่ซึ่งใช้วิธีการควบคุมอุณหภูมิภายในห้องอบแห้งให้คงที่โดยการระบายความร้อนส่วนเกินออกจากห้องอบแห้งด้วยเครื่องควบแน่นที่ติดตั้งอยู่ภายนอก

เครื่องอบแห้งแบบปั๊มความร้อนระดับห้องปฏิบัติการได้ถูกติดตั้งให้ใช้วิธีการควบคุมอุณหภูมิทั้ง 2 ระบบภายในเครื่องเดียวกัน วัสดุที่ใช้ในการทดลองอบแห้งคือ กล้วยน้ำว้าแผ่น ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 30-35 มิลลิเมตร และมีความหนาต่อชิ้นเท่ากับ 5 มิลลิเมตร ความชื้นเริ่มต้นของกล้วยน้ำว้าแผ่นจะอยู่ประมาณ 208-250 %dry-basis ทำการอบแห้งจนเหลือความชื้นสุดท้าย 16% dry-basis ทดลองอบแห้งที่อุณหภูมิ 40 °C 50 °C และ 60 °C โดยมีสัดส่วนอากาศข้ามเครื่องทำระเหย 60% 70% และ 80% ตามลำดับ ระบบการทำงานของลมร้อนในเครื่องอบแห้งแบบปั๊มความร้อนเป็นระบบปิด ความเร็วลมที่หน้าห้องอบแห้งคงที่เท่ากับ 1.27 เมตรต่อวินาที

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า เครื่องอบแห้งแบบปั๊มความร้อนที่ใช้วิธีการควบคุมอุณหภูมิด้วยอินเวอร์เตอร์ มีสมรรถนะของการอบแห้งสูงกว่าวิธีการควบคุมอุณหภูมิด้วยคอนเดนเซอร์ที่ติดตั้งอยู่ภายนอก โดยมีอัตราการอบแห้งเฉลี่ยมากกว่า 82% อัตราการดึงความชื้นออกจากอากาศที่ใช้ในการอบแห้งสูงกว่า 56% อัตราการดึงความชื้นจำเพาะเฉลี่ยมากกว่า 165 % และสัมประสิทธิ์สมรรถนะที่ใช้งานของปั๊มความร้อนเฉลี่ยสูงกว่า 41% สัดส่วนอากาศข้ามเครื่องทำระเหยมีผลกระทบต่อสมรรถนะของปั๊มความร้อนที่ใช้วิธีการควบคุมอุณหภูมิด้วยอินเวอร์เตอร์เพียงเล็กน้อย แต่มีผลกระทบต่อปั๊มความร้อนที่ควบคุมอุณหภูมิด้วยคอนเดนเซอร์ที่ติดตั้งอยู่ภายนอกค่อนข้างมาก นอกจากนี้พบว่า การอบแห้งกล้วยน้ำว้าแผ่นที่อุณหภูมิอบแห้งต่ำกว่า 60°C ส่งผลกระทบโดยตรงต่อความชื้นสุดท้ายของกล้วยน้ำว้าแผ่นและเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง

This present study was conducted for studying the effects of the temperature control strategies, the drying condition of the heat pump dryer performance, and the energy used of a heat pump dryer. There were two systems of temperature control installed to the heat pump dryer. The first system was the variable speed drive heat pump dryer (VSD-HPD) which used an inverter to control the speed of the compressor for adjusting the refrigerant mass flow rate to be the suitable for the heating load inside the drying chamber. The second system is the bypass working fluid heat pump dryer (BWF-HPD) which used an external condenser to reject the extent heat to the ambient while the speed of driven motor for the compressor was constant.

This experiment used the sliced banana (Musa sapientum linn. Musaceae) as the testing materials. Each banana slice had a diameter of 30-35 mm. and it was 5 mm. thick. The initial moisture content of the sliced banana was approximately 208-250% dry-basis. In the experiment, these sliced bananas were dried until 16% final moisture content. The experiment was carried out by using 40°C, 50°C, and 60°C as the drying temperature and the fractions of evaporator were 60%, 70%, and 80% respectively. The working system of this heat pump dryer was the closed loop system which had the constant air velocity of 1.27 m/s. In this experiment, the average drying rate (DR_{avr}), the specific moisture extraction rate ($SMER_{avr}$), and the useful coefficient of performance of heat pump dryer ($COP_{hpd\text{-}used}$) were used as the criteria for evaluating the performance of the two system heat pump dryer.

From the experiments, it could be presented that the heat pump dryer, which used the inverter had higher performance in controlling the temperature inside the drying chamber and it had better performance than the heat pump dryer with the external condenser. The percentage of the DR_{avr} was higher than 56%. The $SMER_{avr}$ was more than 165%. Moreover, the useful coefficient of performance was higher than 41%. When considering about the fraction of evaporator bypass air, it was slightly affected on the performance of the VSD-HPD while it had a great effect on the performance of the BWF-HPD. The drying process which used the drying temperature lower than 60°C had a great effect on the final moisture content of the drying materials and the drying time (DT).