

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์	การระบายความร้อนออกจากฝักโดยท่อความร้อนแบบเทอร์โมไซฟอนที่มีน้ำแข็งเป็นแหล่งระบายความร้อน
ผู้เขียน	นายนพดล โพธิ์เอี้ยง
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมพลังงาน)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ณัฐ วรยศ

### บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้ได้ศึกษาเชิงทดลองในการนำระบบระบายความร้อนโดยใช้ท่อความร้อนแบบเทอร์โมไซฟอนที่มีน้ำแข็งเป็นแหล่งระบายความร้อนมาใช้ในการระบายความร้อนออกจากฝัก ในระหว่างที่มีการขนส่ง การทดสอบได้ใช้ตู้บรรจุขนาด 5.998 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งทำการติดตั้งอยู่หลังรถกระบะ 4 ล้อ ส่วนระบบระบายความร้อนประกอบไปด้วย ถังน้ำแข็งปริมาตร 0.245 ลูกบาศก์เมตร และชุดท่อความร้อนที่เป็นท่อทองแดงจำนวน 108 ท่อ แต่ละท่อกว้างเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของท่อทองแดง  $9.525 \times 10^{-3}$  เมตร ความสูงของท่อความร้อนส่วนทำระเหย 0.5 เมตร โดยที่ท่อความร้อนที่บริเวณส่วนระเหยนี้มีการติดครีบอลูมิเนียม ความสูงของท่อความร้อนส่วนควบแน่น 0.5 เมตร มีการวางท่อทั้งหมด 2 แถว แถวละ 54 ท่อ ระยะห่างของแต่ละแถว 25 เซนติเมตร ระยะห่างจุดศูนย์กลางของท่อความร้อนแต่ละท่อ 2.5 เซนติเมตร สารทำงานที่ใช้คือ R-22 โดยเติมที่ปริมาตรประมาณ 50% ของส่วนทำระเหย

การศึกษาได้ทำการทดสอบโดยการนำฝักกะหล่ำปลีมาบรรจุใส่ในตู้ พบว่าสำหรับการขนส่งฝัก 100-450 กิโลกรัม และระยะเวลาในการขนส่งระหว่าง 3-6 ชั่วโมง จะมีปริมาณการใช้ น้ำแข็งอยู่ในช่วง 60-170 กิโลกรัม โดยค่าอุณหภูมิของฝักที่บรรจุอยู่ภายในตู้ที่มีระบบระบายความร้อนจะลดลงเรื่อยๆ โดยค่าเริ่มต้นอยู่ที่ 25-27 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิสุดท้ายอยู่ที่ 16-19 องศาเซลเซียส ส่วนฝักที่ไม่ได้บรรจุอยู่ภายในตู้แต่วางอยู่ในที่ร่มมีค่าอุณหภูมิอยู่ที่ 28-33 องศาเซลเซียส นอกจากนั้นจากการตรวจสอบความเสียหายที่เกิดขึ้นกับฝักหลังการทดลองด้วยตาเปล่า พบว่าไม่มีความเสียหายเกิดขึ้นกับฝักที่ได้ทำการบรรจุอยู่ภายในตู้ที่มีระบบระบายความร้อน โดยใช้ท่อความร้อนแบบเทอร์โมไซฟอนที่มีน้ำแข็งเป็นแหล่งระบายความร้อน แต่มีความเสียหายเกิดขึ้นกับฝักที่

ไม่ได้ทำการบรรจุอยู่ในตู้แต่วางอยู่ในที่ร่มหลังการทดสอบ 30% และจากการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ การขนส่งผักที่มีระบบการระบายความร้อน โดยใช้ท่อความร้อนแบบเทอร์โมไซฟอนที่มีน้ำแข็งเป็นแหล่งระบายความร้อน ในปริมาณไม่เกิน 450 กิโลกรัม ซึ่งค่าต้นทุนการขนส่งของการขนส่งผักโดยรถกระบะ 4 ล้อ ที่มีระบบระบายความร้อน โดยใช้ท่อความร้อนแบบเทอร์โมไซฟอนที่มีน้ำแข็งเป็นแหล่งระบายความร้อน สำหรับการขนส่งผักกะหล่ำปลี มีค่าเท่ากับ 4.69 บาทต่อกิโลกรัม ส่วนการขนส่งผักโดยรถกระบะ 4 ล้อ แบบมีตู้แต่ไม่มีระบบระบายความร้อน มีต้นทุนการขนส่งผักกะหล่ำปลี มีค่าเท่ากับ 7.05 บาทต่อกิโลกรัม

<b>Thesis Title</b>	Vegetable Cooling by Thermosyphon Heat Pipe Using Ice as Heat Sink
<b>Author</b>	Mr. Noppadon Poaieng
<b>Degree</b>	Master of Engineering (Energy Engineering)
<b>Thesis Advisor</b>	Assistant Professor Dr. Nat Vorayos

### Abstract

In this research, an experimental study on cooling systems having a thermosyphon heat-pipe heat exchanger with ice-pack heat sink for cooling vegetable in a container during its transportation was carried out. The container had a volume of  $5.998 \text{ m}^3$  and it was installed on a four-wheel truck. The cooling system consisted of an ice-pack box with a volume of  $0.245 \text{ m}^3$  and a set of thermosyphon heat pipes. The heat pipe set had 108 copper tubes each had an external diameter of  $9.525 \times 10^{-3} \text{ m}$ , and the tubes were adjusted into two rows having 25 cm. apart with a tube pitch of 2.5 cm. The evaporator tube with aluminum fins and the condenser which was a set of bare tubes each had a length of 0.5 m. R-22 was the cooling fluid in the heat pipe and it was filled in with an amount of 50% of the evaporator volume.

The experiments were carried out by loading cabbages into the container. It was found that with transporting 100-450 kilograms of the vegetable within 3-6 hours, approximately 60-170 kilograms of ice was consumed. The vegetable temperature in the container during cooling decreased from  $25\text{-}27 \text{ }^\circ\text{C}$  to  $16\text{-}19 \text{ }^\circ\text{C}$  compared with the temperatures of the vegetable contained in baskets those in the shade which were  $28\text{-}33 \text{ }^\circ\text{C}$ , respectively. After the experiment, it was found that there was insignificant damage in the vegetable contained in the container with the cooling system but there was 30% damage if there was no any cooling system. From economic analysis, the transportation cost per unit for cabbages of 450 kg with a four-wheel truck, the cost per unit was 4.69 Baht/kg compared with that without any cooling which was 7.05 Baht/kg.