

วิทยานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์การประหยัดพลังงานของระบบระบายอากาศในไซโลเก็บข้าวเปลือกร่วมกับท่อความร้อนแบบเทอร์โมไซฟอน การทำงานแบ่งออกเป็นได้ 3 ส่วน คือ ออกแบบและพัฒนาระบบเก็บข้าวเปลือกต้นแบบ การพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ สำหรับทำนายอุณหภูมิข้าวเปลือก และการทดสอบสมรรถนะของระบบ

ท่อความร้อนที่ออกแบบมีพื้นที่ถ่ายเทความร้อนด้านทำระเหยและด้านควบแน่น 38.8 m^2 และ 38.2 m^2 ตามลำดับ ใช้ R22 เป็นสารทำงาน โดยมีปริมาตรสารทำงาน 78.3 kg ท่อความร้อนส่วนทำระเหยจมอยู่ในข้าวเปลือก ขณะที่ส่วนควบแน่นระบายความร้อนสู่อากาศ และมีพัดลมช่วยในการระบายอากาศจากด้านล่างของไซโลสู่ด้านบนด้วยอัตราเร็วลม 0.0216 kg/s ไซโลสามารถจุข้าวเปลือกได้ $5,000$ กิโลกรัม

จากการจำลองการทำงาน พบว่า เงื่อนไขการเปิดปิดพัดลมที่เหมาะสมคือ ช่วงเดือนตุลาคม-มีนาคม ตั้งค่าอุณหภูมิข้าวเปลือก $T_s = 28 \text{ }^\circ\text{C}$ และอุณหภูมิแตกต่างระหว่างข้าวเปลือกและอากาศแวดล้อม, $T_d = 5 \text{ }^\circ\text{C}$ และช่วงเดือนเมษายน - กันยายน ตั้งค่า $T_s = 28 \text{ }^\circ\text{C}$ $T_d = 1 \text{ }^\circ\text{C}$ โดยสามารถควบคุมอุณหภูมิข้าวเปลือกเฉลี่ยทั้งปีได้ $27 \text{ }^\circ\text{C}$ โดยพัดลมทำงานเฉลี่ยทั้งปี 15.2%

ผลการทดสอบการทำงานของระบบกับข้าวเปลือกความชื้น 14% มาตรฐานเปียก ที่เงื่อนไขการทำงานของพัดลม $T_s = 28 \text{ }^\circ\text{C}$, $T_d = 1 \text{ }^\circ\text{C}$ เป็นเวลา 2 สัปดาห์ พบว่าสามารถควบคุมอุณหภูมิข้าวเปลือกเฉลี่ยอยู่ที่ $26.9 \text{ }^\circ\text{C}$ โดยมีเปอร์เซ็นต์การทำงานของพัดลม 4.3% ของช่วงเวลาที่ทดสอบ สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในระบบได้เมื่อเทียบกับระบบระบายอากาศและจากการศึกษาระบบระบายอากาศในประเทศไทย ซึ่งสามารถลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานได้ $7,859$ บาท/ปี

จากการตรวจสอบคุณภาพข้าวหลังการสีในแง่ของเปอร์เซ็นต์ต้นข้าว หลังจากเก็บรักษาในไซโลที่มีระบบระบายอากาศร่วมกับท่อความร้อนเทอร์โมไซฟอนเป็นเวลา 2 เดือน พบว่าเปอร์เซ็นต์ต้นข้าวลดลงจาก 55.9% เหลือ 54.9% ขณะที่ข้าวเปลือกที่เก็บในถังจางของเกษตรกรที่ไม่มีการควบคุมใดๆ ลดลงจาก 55.6% เหลือ 52.9% และระบบนี้สามารถชะลอการลดลงของเปอร์เซ็นต์ต้นข้าวได้ 0.75% ต่อเดือน และคิดเป็นมูลค่า $6,750$ บาท/ปี

การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ พบว่า การลงทุนระบบท่อความร้อนเทอร์โมไซฟอนเมื่อเพิ่มเข้าไปในระบบระบายอากาศที่มีอยู่เดิม จะคืนทุนภายใน 5 ปี และมีอัตราผลตอบแทนการลงทุน (IRR) ที่ 18.27%

The objective of this thesis study is energy saving analysis in aeration-thermosyphon paddy bulk storage. The studies are divided into three parts; design and construction of a prototype of aeration-thermosyphon paddy bulk storage, development of a mathematical model for predicting paddy temperature in a silo, and performance test.

The thermosyphon of 38.8 m² evaporator area is embedded in the 5,000 kg paddy stored in the silo. The condenser area of 38.2 m² is exposed to the ambient air. R22 is the working fluid inside the heat pipe by the working fluid have to the amount 78.3 kg. The ambient air at 0.0216 kg/s is ventilated upward through the paddy bed for the aeration.

For the simulated result, the on-off blower to control the paddy bed temperature to be less than 28 °C should be divided into two periods, during October-March, the blower is on when the difference between the paddy bed and the ambient temperature $T_d \geq 5$ °C and during April-September the blower is on when $T_d \geq 1$ °C. The deterioration of the paddy bed could be delayed. The temperature could be maintained at 27 °C and the fan operating period is 15.2% average for the whole year.

The 14% wet basis paddy temperature is maintained at 26.9 °C for two weeks with $T_s = 28$ °C and $T_d = 1$ °C on-off blower condition. The fan operating period is 4.3% annually. The cost of energy saving is 7,859 baht/year

The rice quality in term of head rice yield decreases from 55.9% to 53.7% in two months for paddy storage with aeration-thermosyphon compared to that from 55.6% to 51.9% for farmer storage. The head rice yield decreases 0.75% per month of which the cost is about 6,750 baht/year

From economic analysis, adding a thermosyphon in an existing aeration storage will give a payback period of 5 year and an internal rate of return (IRR) of 18.27%.