

การเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพของแผ่นทำความเย็น แบบระเหยระหว่างวัสดุต้นแบบใยมะพร้าวและเซลลูโลส (A Comparison of Physical Properties Between Evaporative Cooling Pad Prototype from Coconut Fiber with Cellulose Pad)

ศิษย์ภัณฑ์ แคนลา

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยนเรศวร ต.ท่าโพธิ์ อ. เมือง จ.พิษณุโลก 65000

E-mail: Sitphank@nu.ac.th ,โทรศัพท์: 055 964 230-31, โทรสาร: 055 964 000

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพระหว่างแผ่นทำความเย็นแบบระเหยต้นแบบที่สร้างจากเส้นใยเปลือกมะพร้าว กับแผ่นทำความเย็นแบบระเหยเซลลูโลสที่นำเข้ามาจากต่างประเทศสำหรับนำมาใช้ควบคุมสภาวะอากาศในโรงเรือนเลี้ยงสัตว์ปีก แผ่นทำความเย็นใยมะพร้าวต้นแบบทั้ง 5 รูปแบบ ขนาด 30 - 30 ตารางเซนติเมตร หน้า 5 เซนติเมตร และ 10 เซนติเมตร ถูกสร้างขึ้นให้มีความแตกต่างกันในการจัดเรียงตัวของช่องอากาศดังนี้ คือ แบบแผ่นทึบ (ไม่มีช่องอากาศ) แบบช่องตาราง แบบช่องทแยงมุม แบบช่องแนวนอนและแบบช่องแนวตั้งถูกนำมาทดสอบในอุโมงค์ลมขนาด 36.2 x 42.6 x 101 ลูกบาศก์เซนติเมตร อุณหภูมิอากาศขาเข้ามีค่า 30 - 35 องศาเซลเซียส ความเร็วอากาศแตกต่างกัน 5 ระดับ ผลจากการศึกษาเปรียบเทียบแสดงให้เห็นว่าค่าการลดอุณหภูมิ

ของอากาศ การเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ และประสิทธิภาพอิมัตว์ของแผ่นเซลลูโลสให้ค่าต่างๆ สูงที่สุด ส่วนค่าความดันตกคร่อมมีค่าแตกต่างกันไม่มาก และหากพิจารณาเฉพาะในกลุ่มของแผ่นใยมะพร้าวที่ใช้ทดสอบพบว่าแบบแผ่นทึบมีค่าประสิทธิภาพอิมัตว์สูงที่สุดซึ่งมีค่าต่ำกว่าแผ่นเซลลูโลสเพียง 5-8 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้เมื่อพิจารณาผลของความหนาพบว่าแบบแผ่นทึบหนา 10 เซนติเมตรมีค่าประสิทธิภาพอิมัตว์สูงกว่าแผ่นเซลลูโลสหนา 5 เซนติเมตร 12 - 18 เปอร์เซ็นต์ ด้วยเหตุนี้แผ่นใยมะพร้าวแบบแผ่นทึบต้นแบบจึงสามารถนำมาใช้ทดแทนแผ่นเซลลูโลสได้ โดยแผ่นใยมะพร้าวต้นแบบที่สร้างขึ้นนี้มีต้นทุนเพียง 150 บาท / ตารางเมตร ในขณะที่แผ่นเซลลูโลสมีราคาสูงถึง 1,300 - 1,500 บาท/ตารางเมตร

คำหลัก: การทำความเย็นแบบระเหย; แผ่นทำความเย็น; ผิวเป็ยก; เส้นใยมะพร้าว

Abstract

This research aims to study and compare a physical properties between a prototype evaporative cooling pad by using coconut fiber with the imported cellulose ones and to be used in an indoor air-controlled poultry farm houses. Five coconut fiber cooling pads of the size 30 x 30 cm² and the thicknesses of 5 and 10 cm with different hole arrangements such as solid (no holes), checkered, diagonal, horizontal and vertical are tested in a 36.2 x 42.6 x 101 m³ wind tunnel. Air inlet temperature is 30-35 °C and 5 levels different of air velocity. The results show that capacities in reducing air temperature, increasing the relative air humidity and saturation efficiency for the cellulose pad performs the best. Pressure drop of each cooling pad are not much different. Considering among the tested coconut-fiber pads, the solid pad gives the highest saturation efficiency with 5-8% lower than that of the cellulose one. Furthermore, considering the effect of thickness on the saturation efficiency, the solid configuration of 10 cm thickness shows 12-18% higher than that of the cellulose one of 5 cm thickness. Therefore, the prototype solid coconut fiber pad can be the best representative to replace the conventional pad together with the fact that the price of prototype coconut fiber pad is 150 baht/m² while the cellulose pad costs 1,300 – 1,500 baht/m².

Keywords: Evaporative Cooling; Cooling Pad ; Wetted Surface; Coconut Fiber

1. บทนำ

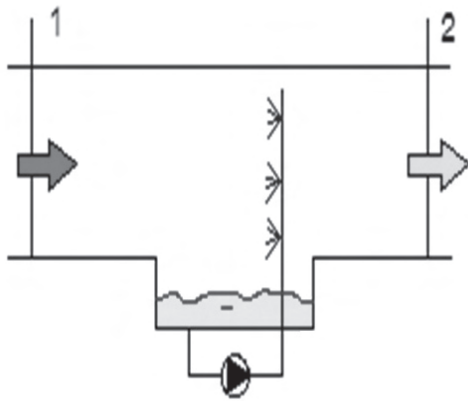
จากปัญหาการแพร่ระบาดของไข้หวัดนก (Bird Flu) ในประเทศไทย ส่งผลทำให้การเลี้ยงสัตว์ปีกของเกษตรกรในพื้นที่เปิดโล่งนั้นเสี่ยงต่อการแพร่ระบาดของเชื้อโรค เกษตรกรหลายคนจึงเปลี่ยนมาเลี้ยงสัตว์ปีกในโรงเรือนปิดซึ่งต้องปรับสภาวะอากาศภายในโรงเรือนให้เหมาะสมเพื่อให้ผลผลิตมีคุณภาพ และการปรับสภาวะอากาศนั้นนิยมใช้ระบบการทำความเย็นแบบระเหยเพราะเป็นระบบไม่ซับซ้อน แต่เนื่องจากระบบดังกล่าวต้องใช้วัสดุผิวเปียกหรือแผ่นทำความเย็นแบบระเหยซึ่งสร้างขึ้นจากแผ่นเซลลูโลสนำเข้าจากต่างประเทศ งานวิจัยนี้จึงเป็นการศึกษาและเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพระหว่างแผ่นทำความเย็นแบบระเหยต้นแบบที่สร้างจากเส้นใยเปลือกมะพร้าวกับแผ่นทำความเย็นแบบระเหยเซลลูโลสเพื่อลดการนำเข้าจากต่างประเทศ ช่วยทำให้ต้นทุนของเกษตรกรลดต่ำลง อีกทั้งเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร และสามารถนำมาเป็นอาชีพเสริมของเกษตรกรเพื่อเพิ่มรายได้รวมทั้งยังเป็นการส่งเสริมการพึ่งพาตนเองตามแนวพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวอีกด้วย

2. วัตถุประสงค์เกี่ยวข้อง

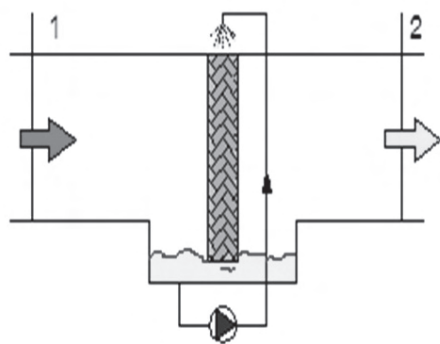
2.1 กระบวนการทำความเย็นแบบระเหย

กระบวนการทำความเย็นแบบระเหย คือ กระบวนการทำความเย็นและเพิ่มความชื้นให้แก่อากาศ (Cooling and Humidification Process) โดยการพ่นน้ำผ่านกระแสน้ำอากาศ ทำให้น้ำบางส่วนระเหยเข้าผสมกับอากาศมีผลทำให้อุณหภูมิอากาศลดต่ำลง ความชื้นอากาศเพิ่มสูงขึ้น ส่วนน้ำที่ไม่ระเหยจะถูกนำกลับมาหมุนเวียนในระบบต่อไป ซึ่งกระบวนการนี้มีด้วยกันอยู่ 2 ลักษณะ คือการทำ

ความเย็นแบบระเหยโดยการพ่นน้ำผ่านอากาศโดยตรง และการทำความเย็นแบบระเหยโดยการพ่นน้ำผ่าน ผิวเป็ยกหรือแผ่นทำความเย็นซึ่งสามารถทำให้เกิด การระเหยของน้ำได้ดี ดังแสดงในรูปที่ 1 (ก) และ (ข) ตามลำดับ [4]



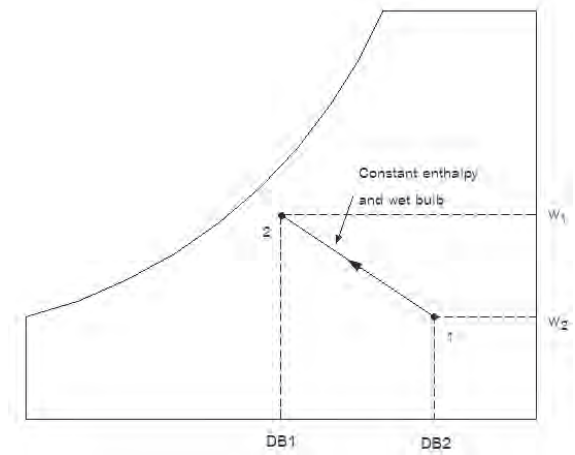
(ก) การพ่นน้ำผ่านอากาศ



(ข) การพ่นน้ำผ่านผิวเป็ยก

รูปที่ 1 ภาพการทำความเย็นแบบระเหย

กระบวนการทำความเย็นแบบระเหยนั้น ค่าเอนทาลปีของอากาศจะมีคั้งที่ [กระบวนการแบบอะเดียแบติก (Adiabatic Process) คือ ไม่มีการถ่ายเทความร้อนเข้าและออกจากระบบและไม่มีการเปลี่ยนแปลงพลังงานรวมของระบบ] กระบวนการนี้อาจเรียกว่าเป็นกระบวนการอุณหภูมิกะเปาะเป็ยกคั้งที่ก็ได้ ดังแสดงในแผนภาพไซโครเมตริก รูปที่ 2



รูปที่ 2 ภาพไซโครเมตริกแสดงกระบวนการทำความเย็นแบบระเหย

2.2 ประสิทธิภาพการทำความเย็นแบบระเหย

ประสิทธิภาพการทำความเย็นแบบระเหยนี้ โดยทั่วไปจะแสดงอยู่ในรูปประสิทธิภาพอิ่มตัว (Saturating Efficiency, η) ซึ่งเป็นอัตราส่วนระหว่าง อุณหภูมิที่ลดได้จริงของระบบต่ออุณหภูมิที่ลดได้สูงสุดตามทฤษฎี ดังแสดงในสมการที่ 1 โดยอุณหภูมิที่ลดได้จริงของระบบ คือผลต่างระหว่างอุณหภูมิกระเปาะแห้งก่อนผ่าน (T_{db1}) และหลังผ่าน (T_{db2}) ระบบ ส่วนอุณหภูมิที่ลดได้สูงสุดตามทฤษฎี คือผลต่างระหว่าง อุณหภูมิกระเปาะแห้งก่อนผ่าน (T_{db1}) และอุณหภูมิกระเปาะเปียกก่อนผ่าน (T_{wb}) ระบบ [3]

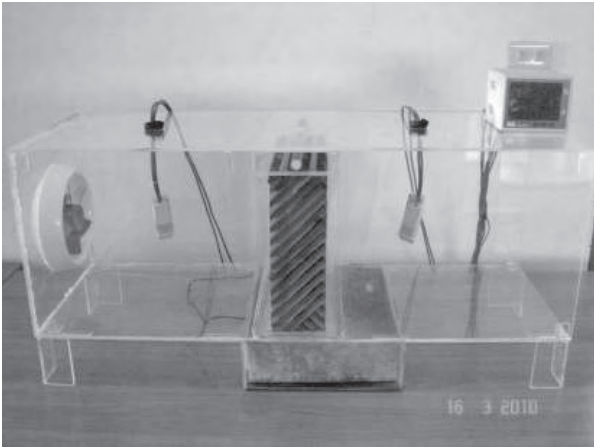
$$\eta = \frac{T_{db1} - T_{db2}}{T_{db1} - T_{wb}} \quad (1)$$

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

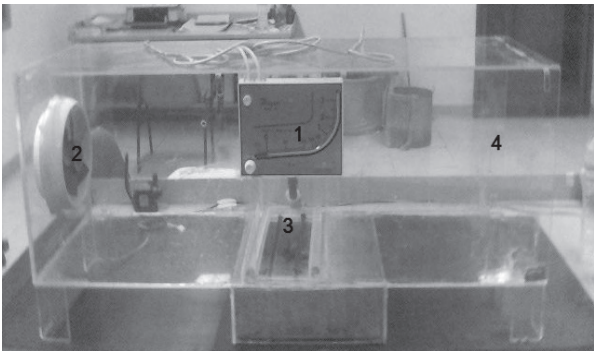
ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบและสร้าง อุโมงค์ลมเพื่อใช้ทดสอบ ดังนี้

3.1 การออกแบบและสร้างอุโมงค์ลม

อุโมงค์ลมถูกออกแบบมาให้มีรูปทรงสี่เหลี่ยม ขนาด $36.2 \times 42.6 \times 101 \text{ cm}^3$ สร้างขึ้นจาก



รูปที่ 3 ภาพอุโมงค์ลมพร้อมเครื่องวัดอุณหภูมิและเครื่องวัดความชื้นของอากาศ



รูปที่ 4 ภาพอุโมงค์ลมพร้อมมานอมิเตอร์

แผ่นอะคริลิกใสหนา 5 mm ตรงกลางติดตั้งอุปกรณ์สำหรับเปลี่ยนแผ่นทำความเย็น พร้อมด้วยระบบหมุนเวียนน้ำ ซึ่งประกอบไปด้วยท่อเข้าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 cm เครื่องสูบน้ำขนาดเล็กอัตราการไหล 600 L/hr เฮด 0.65 m และภาชนะรับน้ำปลายด้านหนึ่งของอุโมงค์ลมติดตั้งพัดลมดูดอากาศขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 cm อัตราการไหล 0.058 m³/s [7] และติดตั้งมอโนมิเตอร์ พร้อมด้วยเครื่องบันทึกอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศก่อนและหลังผ่านแผ่นทำความเย็นแบบระเหย ดังแสดงในรูปที่ 3-4 ตามลำดับ

ในการทดสอบจะควบคุมให้อากาศก่อนเข้าอุโมงค์ลมมีค่าอุณหภูมิกระเปาะแห้งประมาณ 32 และ

35 °C ความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 60 – 65 %RH อัตราการไหลของน้ำหมุนเวียนมีค่า 600 L/hr อุณหภูมิ น้ำหมุนเวียนมีค่า 24 °C ความเร็วอากาศปรับให้มีค่าแตกต่างกัน 5 ระดับ คือ 0.6, 0.9, 1.5, 2.2 และ 2.8 m/s ตามลำดับ

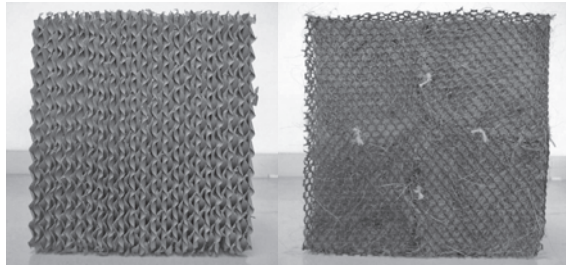
3.2 การออกแบบและสร้างแผ่นทำความเย็น

แผ่นทำความเย็นที่ใช้ทดสอบกำหนดให้มีขนาดพื้นที่หน้าตัด 30 x 30 cm² มีความหนา 5 cm และ 10 cm ตามลำดับ (โดยกำหนดให้แผ่นทำความเย็นทั้งแบบเซลลูโลสและแผ่นใยมะพร้าวดันแบบ หนา 5 cm มีมวล 0.12 kg และความหนา 10 cm มีมวล 0.24 kg ตามลำดับ) โดยแผ่นทำความเย็นแต่ละแผ่นสามารถยึดเข้ากับอุปกรณ์สำหรับเปลี่ยนแผ่นทำความเย็นตรงกลางอุโมงค์ลมได้ดังแสดงในรูปที่ 5



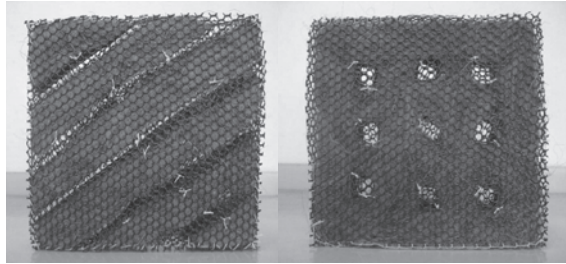
รูปที่ 5 ภาพการติดตั้งแผ่นทำความเย็น

แผ่นทำความเย็นใยมะพร้าวดันแบบที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการทดสอบนี้ ถูกกำหนดให้มีการจัดเรียงตัวของเส้นใยมะพร้าวแตกต่างกันทั้งสิ้น 5 รูปแบบ ได้แก่ แผ่นทึบ ช่องทแยงมุม ช่องตาราง ช่องแนวนอนและช่องแนวตั้ง โดยแผ่นทำความเย็นเซลลูโลสและแผ่นทำความเย็นใยมะพร้าวดันแบบที่ใช้ทดสอบสามารถพิจารณาได้ในรูปที่ 6 (ก) – (ง) ตามลำดับ



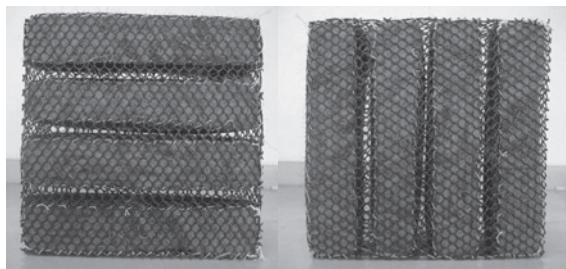
(ก) เซลลูโลส

(ข) โยมะพร้าวแผ่นทึบ



(ค) โยมะพร้าวช่องทแยงมุม

(ง) โยมะพร้าวช่องตาราง



(จ) โยมะพร้าวช่องแนวนอน

(ฉ) โยมะพร้าวช่องแนวตั้ง

รูปที่ 6 ภาพแผ่นทำความเย็น

3.3 ขั้นตอนการทดสอบ

ขั้นตอนการทดสอบในโครงการวิจัย มีดังนี้

3.3.1 ติดตั้งอุปกรณ์ชุดทดสอบดังรูปที่ 3-5
ปรับตั้งค่าของมาโนมิเตอร์ให้มีค่าศูนย์

3.3.2 เปิดเครื่องสูบน้ำและพัดลมดูดอากาศ

3.3.3 เปิดเครื่องวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

3.3.4 ควบคุมให้อากาศก่อนเข้าอุโมงค์ลมมีอุณหภูมิกระเปาะแห้งเฉลี่ย 31°C ความชื้นสัมพัทธ์ 60 – 65%RH ที่ความเร็วอากาศเริ่มต้น 0.6 m/s

3.3.5 บันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ทุกๆ 1 นาที เป็นเวลา 120 นาที และความดันตกคร่อม

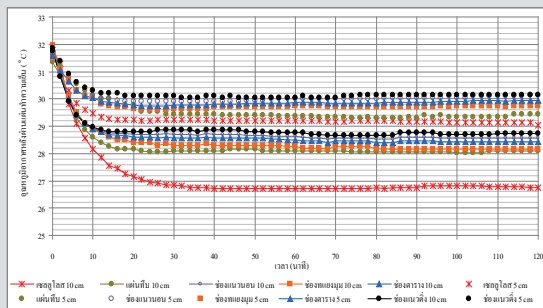
3.3.6 ทำการทดสอบซ้ำในขั้นตอนที่ 3.3.1 - 3.3.5 โดยปรับอุณหภูมิอากาศให้สูงขึ้นเป็น 35°C ความชื้นสัมพัทธ์ 60 – 65 %RH และเปลี่ยนแผ่นทำความเย็นเป็นแผ่นทำความเย็นแบบอื่นๆ ปรับเพิ่มความเร็วอากาศ ตามลำดับ

3.3.7 นำผลการทดสอบที่ได้มาวิเคราะห์ และเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพระหว่างแผ่นทำความเย็นเซลลูโลสกับแผ่นทำความเย็นโยมะพร้าวต้นแบบ

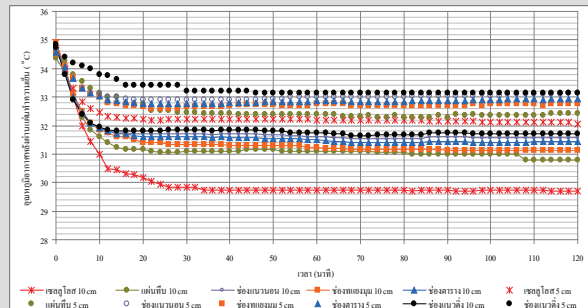
4. ผลการทดสอบและผลการวิเคราะห์

4.1 ผลการทดสอบ

ผลการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ความสามารถในการลดอุณหภูมิ การเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ ประสิทธิภาพอิมิตัว และความดันตกคร่อมระหว่างแผ่นทำความเย็นเซลลูโลสกับแผ่นทำความเย็นโยมะพร้าวต้นแบบที่สร้างขึ้น สามารถพิจารณาได้จากรูปที่ 13 - 17 ดังนี้

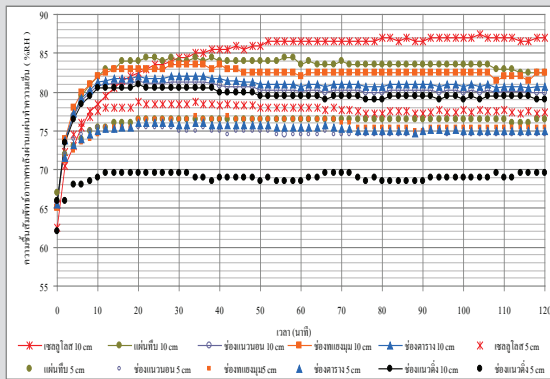


(ก) อุณหภูมิอากาศหลังผ่านแผ่นทำความเย็น สภาวะอากาศขาเข้ามีค่า 31°C

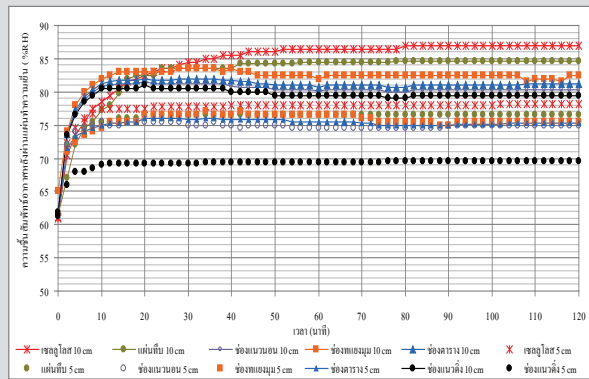


(ข) อุณหภูมิอากาศหลังผ่านแผ่นทำความเย็น สภาวะอากาศขาเข้ามีค่า 35°C

รูปที่ 13 กราฟแสดงความสามารถในการลดอุณหภูมิ อากาศ ณ. สภาวะอากาศขาเข้ามีค่า 31°C และ 35°C

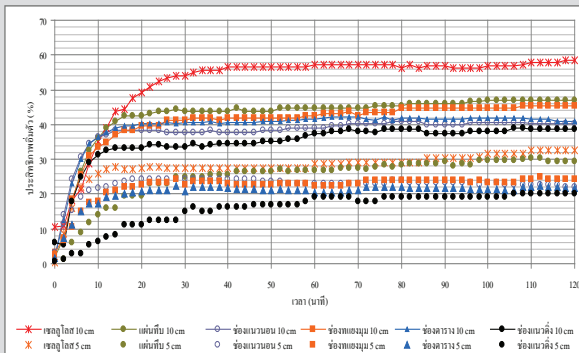


(ก) ความชื้นอากาศหลังผ่านแผ่นทำความเย็น สภาวะอากาศขาเข้ามีค่า 31°C

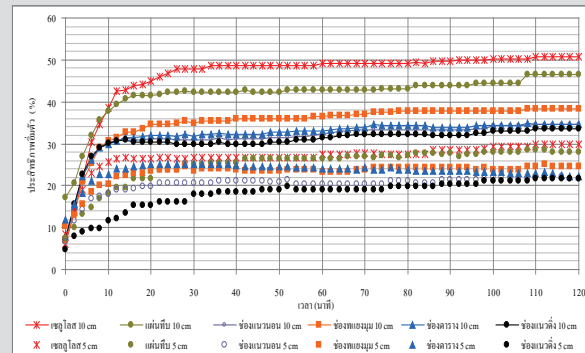


(ข) ความชื้นอากาศหลังผ่านแผ่นทำความเย็น สภาวะอากาศขาเข้ามีค่า 35°C

รูปที่ 14 กราฟแสดงการเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์อากาศ ณ. สภาวะอากาศขาเข้ามีค่า 31°C และ 35°C

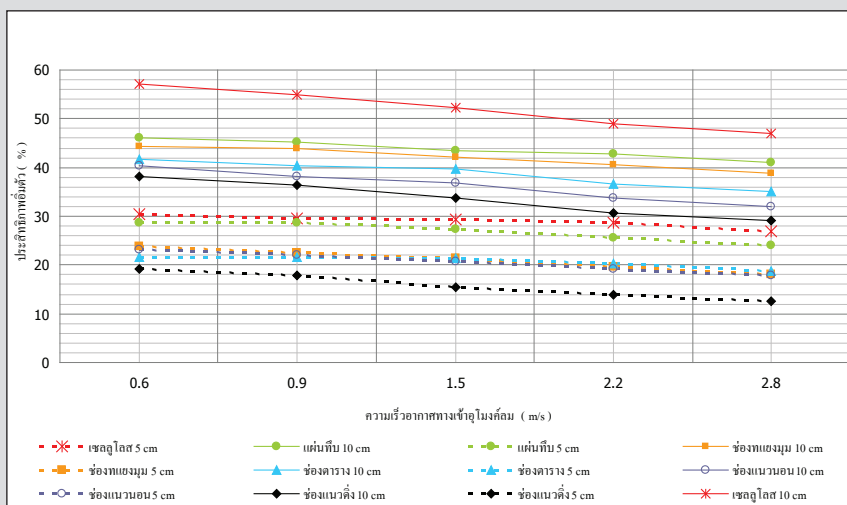


(ก) ประสิทธิภาพอิมตัวของแผ่นทำความเย็น สภาวะอากาศขาเข้ามีค่า 31°C

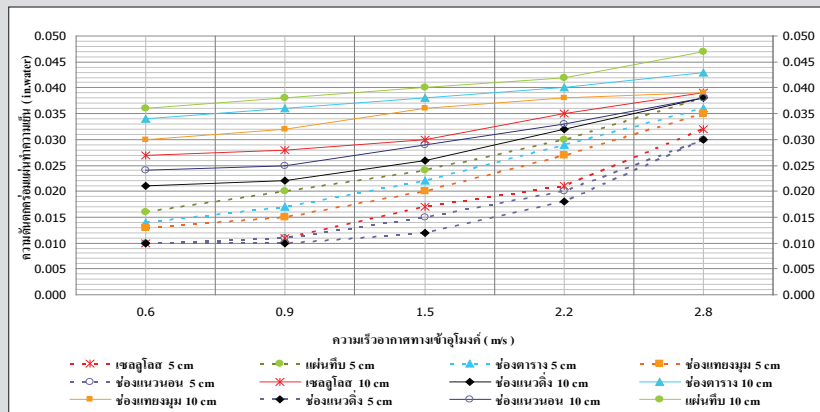


(ข) ประสิทธิภาพอิมตัวของแผ่นทำความเย็น สภาวะอากาศขาเข้ามีค่า 35°C

รูปที่ 15 กราฟแสดงค่าประสิทธิภาพอิมตัว



รูปที่ 16 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพอิมตัวของแผ่นทำความเย็นกับความเร็วอากาศ



รูปที่ 17 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความดันตกคร่อมของแผ่นทำความเย็นกับความเร็วอากาศ

4.2 ผลการวิเคราะห์และเปรียบเทียบ

ผลจากวิเคราะห์ และเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพระหว่างแผ่นทำความเย็นเซลลูโลสกับแผ่นทำความเย็นใยมะพร้าวต้นแบบที่สร้างขึ้น ในรูปที่ 13 - 17 สามารถพิจารณาได้ ดังนี้

4.2.1 ความสามารถในการลดอุณหภูมิและเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ รวมถึงประสิทธิภาพอิมัตว์ของแผ่นทำความเย็นสามารถแบ่งแยกออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ กลุ่มแผ่นทำความเย็นหนา 5 cm และ 10 cm โดยกลุ่มที่มีความหนา 10 cm สามารถลดอุณหภูมิและเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ รวมถึงประสิทธิภาพอิมัตว์สูงกว่ากลุ่มที่มีความหนา 5 cm

4.2.2 เมื่อพิจารณาแผ่นทำความเย็นที่มีความหนาเท่ากันทั้งในกลุ่มที่มีความหนา 5 cm และ 10 cm พบว่าแผ่นทำความเย็นเซลลูโลสสามารถลดอุณหภูมิและเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ รวมถึงมีค่าประสิทธิภาพอิมัตว์สูงกว่าแผ่นทำความเย็นใยมะพร้าวต้นแบบทุกชนิด

4.2.3 เมื่อพิจารณาเฉพาะในกลุ่มของแผ่นทำความเย็นใยมะพร้าวต้นแบบพบว่าทั้งความหนา 5 cm และ 10 cm แผ่นทำความเย็นใยมะพร้าวแบบแผ่นทึบ

สามารถลดอุณหภูมิและเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ รวมถึงมีค่าประสิทธิภาพอิมัตว์สูงกว่าแผ่นทำความเย็นใยมะพร้าวแบบอื่นๆ

4.2.4 ความสามารถในการลดอุณหภูมิและเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ รวมถึงค่าประสิทธิภาพอิมัตว์ของแผ่นทำความเย็นทั้งในกลุ่มที่มีความหนา 5 cm และ 10 cm สามารถเรียงลำดับจากมากไปหาน้อยได้ดังนี้ คือ 1) แผ่นเซลลูโลส 2) แผ่นใยมะพร้าวแบบแผ่นทึบ 3) แผ่นใยมะพร้าวแบบช่องแยงมุม 4) แผ่นใยมะพร้าวแบบช่องตาราง 5) แผ่นใยมะพร้าวแบบช่องแนวนอน และ 6) แผ่นใยมะพร้าวแบบช่องแนวตั้ง ตามลำดับ

4.2.5 ค่าประสิทธิภาพอิมัตว์ของแผ่นทำความเย็นทุกแบบมีค่าลดลงเมื่อความเร็วอากาศเพิ่มสูงขึ้น

4.2.6 ค่าความดันตกคร่อมของแผ่นทำความเย็นทุกแบบมีค่าเพิ่มสูงขึ้นเมื่อความเร็วอากาศเพิ่มสูงขึ้น

4.2.7 ค่าความดันตกคร่อมของแผ่นทำความเย็นมีค่าใกล้เคียงกันมากทั้งในกลุ่มที่มีความหนา 5 cm และ 10 cm แต่สามารถเรียงลำดับค่าความดันตกคร่อมจากน้อยไปหามากได้ดังนี้ คือ 1) แผ่นใยมะพร้าวแบบ

ช่องแหว่ง 2) แผ่นโพลิเอทิลีนแบบช่องแหว่งนอน
3) แผ่นเซลลูโลส 4) แผ่นโพลิเอทิลีนแบบช่องแหว่งมุม
5) แผ่นโพลิเอทิลีนแบบช่องตาราง และ 6) แผ่นโพลิเอทิลีนแบบแผ่นทึบตามลำดับ

5. unaspu

ผลการวิจัยในการศึกษาและเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพระหว่างแผ่นทำความเย็นเซลลูโลสกับแผ่นทำความเย็นโพลิเอทิลีนแบบที่สร้างขึ้นในงานวิจัยนี้สามารถสรุปได้ว่า

5.1 ที่ความหนาเดียวกันแผ่นทำความเย็นเซลลูโลสมีความสามารถในการลดอุณหภูมิและเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ รวมถึงมีค่าประสิทธิภาพอิมมิตีฟสูงที่สุด

5.2 ในกลุ่มของแผ่นทำความเย็นโพลิเอทิลีนพบว่าแบบแผ่นทึบมีความสามารถในการลดอุณหภูมิและเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ รวมถึงมีค่าประสิทธิภาพอิมมิตีฟสูงที่สุด

5.3 ที่ความหนาเดียวกันประสิทธิภาพอิมมิตีฟของแผ่นทำความเย็นโพลิเอทิลีนแบบแผ่นทึบมีค่าน้อยกว่าแผ่นทำความเย็นเซลลูโลสเพียง 5-8 %

5.4 ที่ความหนาและรูปแบบการเรียงตัวของแผ่นทำความเย็นต่างกัน ค่าความดันตกคร่อมของแผ่นทำความเย็นมีค่าใกล้เคียงกัน แตกต่างกันน้อยมาก

5.5 ประสิทธิภาพอิมมิตีฟของแผ่นทำความเย็นโพลิเอทิลีนแบบแผ่นทึบหนา 10 cm มีค่าสูงกว่าแผ่นทำความเย็นเซลลูโลสหนา 5 cm ถึง 12 - 18% แต่ค่าความดันตกคร่อมแตกต่างกันน้อยมาก ดังนั้นหากจะนำแผ่นทำความเย็นโพลิเอทิลีนมาใช้ทดแทนแผ่นทำความเย็นเซลลูโลสจำเป็นต้องใช้แบบทึบและสร้างให้มีความหนามากกว่าแผ่นเซลลูโลสที่ใช้อยู่เดิม

5.6 จากการทดสอบด้วยการฉีดน้ำแรงดันสูงเพื่อทำความสะอาดแผ่นทำความเย็นโพลิเอทิลีนแบบพบว่าไม่มีการเสียรูปแต่อย่างใดดังนั้นหากนำมาใช้

งานจริงสามารถล้างทำความสะอาดได้และจากการทดสอบในห้องทดลองมาเป็นระยะเวลากว่า 1 ปีพบว่าแผ่นทำความเย็นโพลิเอทิลีนแบบยังสามารถใช้งานได้ดี และหากนำไปใช้จริงก็น่าจะมีอายุการใช้งานประมาณ 2 ปี ในขณะที่แผ่นเซลลูโลสมีอายุการใช้งานเฉลี่ย 3-4 ปี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพน้ำและการบำรุงรักษา

5.7 แผ่นทำความเย็นโพลิเอทิลีนแบบแผ่นทึบหนา 10 cm ที่สร้างขึ้นนี้มีต้นทุนเพียง 150 บาท / m² ซึ่งมีค่าต่ำกว่าแผ่นทำความเย็นเซลลูโลสกว่า 10 เท่า มีผลทำให้สามารถลดค่าใช้จ่ายของระบบการทำความเย็นแบบระเหยของโรงเรือนปิดลงได้มาก

5.8 แผ่นทำความเย็นโพลิเอทิลีนแบบสามารถช่วยเพิ่มมูลค่าของเหลือใช้ทางการเกษตรพร้อมทั้งสามารถขยายเป็นอาชีพเสริมของเกษตรกรหรือผู้ที่สนใจได้อีกด้วย

6. การอภิปราย

สำหรับแนวทางในการวิจัยเพื่อพัฒนาต่อไปในอนาคต และให้ผลลัพธ์มีความเชื่อถือมากยิ่งขึ้นจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการพิจารณาถึงสิ่งต่างๆ ต่อไปนี้ คือ

6.1 มีการศึกษาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ควบคู่กับการทดสอบ

6.2 มีการนำแผ่นทำความเย็นโพลิเอทิลีนแบบแผ่นทึบไปติดตั้งใช้งานจริงในโรงเรือนปิดเพื่อศึกษาถึงความสามารถในการลดอุณหภูมิและเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ รวมถึงประสิทธิภาพอิมมิตีฟ และอายุการใช้งานจริง

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณหน่วยวิจัยเทคโนโลยีอาคารและการจัดการพลังงาน ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ได้เอื้อเฟื้อสถานที่และเครื่องมือรวมถึงอุปกรณ์ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินการวิจัย

8. เอกสารอ้างอิง

- [1] มานพ แยมแพง, 2550, ประยุกต์สิ่งทอทำแผ่นระเหย เป็นอุปกรณ์คุมอุณหภูมิโรงเรือนปิด, ทุนสนับสนุน การวิจัยจากสถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพมหานคร, 95 หน้า
- [2] Zahra, G. and Ballinge J.A., 1996, A Passive Cooling System by Natural Ventilation, Building and Environment, Vol. 40, pp. 901-904.
- [3] จินตนา อุบลวัฒน์ และคณะ, 2544, การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ผักตบชวาเป็นผิวเปียกในระบบ การทำความเย็นแบบระเหย, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะ พลังงานและวัสดุ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 214 หน้า
- [4] นิรันดร์ หันไชยงวา, 2546, การศึกษาความเป็นไปได้และความสิ้นเปลืองพลังงานในการทำความเย็น แบบระเหยในโรงเรือนเพาะเห็ดหอม, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะพลังงานและวัสดุ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 72 หน้า
- [5] จุมพล ประสงค์ทรัพย์ และคณะ, 2541, การศึกษาความเป็นไปได้ในการทำความเย็นในโรงเรือนไม้ดอก โดยใช้เทคนิคการทำความเย็นแบบระเหย วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยี พลังงาน คณะพลังงานและวัสดุ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 85 หน้า
- [6] ศิษฏ์ภักดิ์ แคนลา และคณะ, 2550, อุปกรณ์ช่วยระบายความร้อนบริเวณคอยล์ร้อนของระบบปรับอากาศ, รางวัลรองชนะเลิศอันดับที่ 1 ระดับอุดมศึกษา, โครงการ ปตท. ร่วมสานฝันนักประดิษฐ์ใช้พลังงานอย่างยั่งยืน
- [7] นายชโลธร ธนवासัน ,นายพิชัย สุดตามัย และนางสาวธิดิมา ชุ่มทวี, 2552, ศึกษาความเป็นไปได้ใน การนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาสร้างเป็นแผ่นทำความเย็นแบบระเหย, วิทยานิพนธ์ปริญญา วิศวกรรมศาสตร บัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยนเรศวร
- [8] นายศิษฏ์ภักดิ์ แคนลา, 2553, การเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพระหว่างแผ่นทำความเย็นแบบระเหยต้น แบบจากเส้นใยมะพร้าวกับแผ่นเซลลูโลส, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
- [9] ASHRAE Fundamental. American Society of Heating, refrigerating and Air Conditioning Engineers. 2000