

ปฏิกิริยาการควบแน่นของน้ำจากอากาศด้วยการใช้อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนร่วมกับตู้แช่เย็น  
Water Condensation Reaction from Atmospheric Air Using Heat Exchanger  
with a Refrigerator

นิกราน หอมดวง<sup>1\*</sup> เจนจิรา อุตเรื่อน<sup>1</sup> กิตติกร สาสุจิตต์<sup>1</sup> ชูรัตน์ ธารารักษ์<sup>1</sup> นงเยาว์ เต๊ะจ๊ะใหม่<sup>1</sup> แสนวสันต์ ยอดคำ<sup>2</sup> และ  
ประนอม ยิ่งคำมัน<sup>3</sup>

Nigran Homdoun<sup>1\*</sup> Jenjira Uttaruean<sup>1</sup> Kittikorn Sasujit<sup>1</sup> Churat Thararux<sup>1</sup> Nongyao Tejamai<sup>1</sup>  
Sanwasan Yodkhum<sup>2</sup> and <sup>3</sup>Pranom Yangkhamman<sup>3</sup>

<sup>1</sup>วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

<sup>2</sup>สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

<sup>3</sup>สาขาวิชาพืชสวน คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

<sup>1</sup>School of Renewable Energy, Maejo University, Chiang Mai 50290

<sup>2</sup>Agricultural Engineering, Faculty of Engineering and Agro-industry, Maejo University, Chiang Mai 50290

<sup>3</sup>Plant Science, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Chiang Mai 50290

\*Corresponding author: Tel: 084 177 3632. E-mail: nigranghd@gmail.com

Received: 30 June 2021, Revised: 16 September 2021, Accepted: 30 September 2021, Published online: 30 April 2022

### Abstract

Water is an important resource for human life in terms of consumption, cultivation and industry. Conserving water and search new water sources to respond usability, that was challenge for the researchers. Therefore, this research aims to study and test the production of water from atmospheric air by using two heat exchangers connected in series with compared to the air condensation test on the freezer door and use a clear acrylic sheet to replace the thick glass freezer door. Temperature control system was used refrigerator during testing and uses a 150W blower fan to feed air into the system in a range of 12-17 m<sup>3</sup>/h. The testing time of 24 h continuously, analysis results was of the morning, afternoon, evening and Late night. The result was found that, the air water generator can produce water well and highest efficiency of water production from air was of 54% that was happened in evening time. High air humidity was resulted in higher condensation of water from air. In evening and late night was obtained highest air humidity and lowest temperature and that was achieved of 75-84% and 24-28°C respectively. The maximum rate of water production from air in heat exchanger was obtained 31.17 g<sub>w</sub>/h while the water production rate from condensation on clear acrylic sheet was calculated of 78.67 g<sub>w</sub>/h at evening time. The results of this research will serve as the basis for design air water generators in support agricultural sector.

**Keywords:** water extraction from atmospheric air, condensation reaction, heat exchanger, refrigerator

## บทคัดย่อ

น้ำเป็นทรัพยากรที่สำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ในด้านการบริโภค การเพาะปลูกและอุตสาหกรรม การอนุรักษ์น้ำและการแสวงหาแหล่งน้ำใหม่เพื่อตอบสนองการใช้งานเป็นโจทย์ที่ท้าทายต่อนักวิจัย ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและทดสอบการผลิตน้ำจากอากาศโดยใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนต่ออนุกรมร่วมกัน 2 ชุด เทียบกับการทดสอบการควบแน่นของอากาศบริเวณฝาดู้อุ่นที่ใช้น้ำมันอะคริลิกใส่ทดแทนฝาดู้อุ่นแบบกระจกหนา และใช้ตู้แช่เป็นอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิระหว่างการทดสอบ การป้อนอากาศเข้าระบบใช้พัดลมโบเวอร์ขนาด 150W สามารถป้อนอากาศเฉลี่ยในช่วง 12-17 m<sup>3</sup>/h ระยะเวลาทดสอบ 24 h ต่อเนื่อง แบ่งช่วงเวลาการวิเคราะห์เป็นช่วงหัวค่ำ ช่วงดึก ช่วงเช้าและช่วงบ่าย ผลการทดลองพบว่า เครื่องผลิตน้ำจากอากาศสามารถผลิตน้ำได้ดี มีประสิทธิภาพการผลิตน้ำจากอากาศสูงสุด 54% ซึ่งเกิดขึ้นในช่วงเวลาหัวค่ำ ปริมาณความชื้นในอากาศสูงมีผลให้การควบแน่นน้ำจากอากาศได้สูงขึ้น ที่ช่วงเวลาหัวค่ำและช่วงดึกเป็นช่วงที่อากาศมีความชื้นสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุด มีค่าอยู่ในช่วง 75-84% และ 24-28 °C ตามลำดับ อัตราการผลิตน้ำจากอากาศที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนสูงสุด 31.17 g<sub>w</sub>/h ในขณะที่อัตราการผลิตน้ำจากการควบแน่นบนแผ่นพลาสติกใสหน้าตู้แช่คิดเป็น 78.67 g<sub>w</sub>/h ซึ่งเกิดขึ้นในช่วงเวลาเดียวกันคือช่วงหัวค่ำ ซึ่งผลการทดสอบที่ได้จะเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการออกแบบเครื่องผลิตน้ำจากอากาศสำหรับสนับสนุนภาคเกษตรกรรม

**คำสำคัญ:** สก๊ตน้ำจากอากาศ ปฏิกริยาการควบแน่น หม้อน้ำรถยนต์ ตู้แช่เย็น

## บทนำ

น้ำเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับมนุษย์สำหรับการใช้เพื่อการบริโภค อุปโภคและการเพาะปลูก เป็นต้น การอนุรักษ์น้ำและการใช้น้ำอย่างประหยัดจึงมีความสำคัญและเป็นสิ่งจำเป็นที่ทุกคนต้องตระหนักร่วมกัน ปัจจุบันแหล่งน้ำบนโลกแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือแหล่งน้ำบนดินและแหล่งน้ำใต้ดิน แหล่งน้ำบนดินบางครั้งเรียกว่าแหล่งน้ำผิวดิน โดยแยกเป็น 2 ประเภท คือแหล่งน้ำจืดและน้ำเค็ม โดยปริมาณน้ำจืดมีสัดส่วนเพียง 2.5% ของทรัพยากรน้ำทั้งหมดของโลก ในขณะที่น้ำทะเลมีสัดส่วนทั้งหมด 97.5% [1] อย่างไรก็ตามสำหรับภาคเกษตร ด้านการเพาะปลูกในปัจจุบันกำลังได้รับผลกระทบอย่างหนักจากการขาดแคลนน้ำในช่วงฤดูการเพาะปลูก ผลกระทบจากภัยแล้งที่เกิดขึ้นส่งผลให้ผลผลิตการเกษตรลดลงเกษตรกรขาดรายได้และส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจของประเทศในภาพรวม การอนุรักษ์น้ำ การพัฒนาแหล่งน้ำ ตลอดจนการค้นหาแหล่งน้ำใหม่ๆ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับภาคเกษตรกรรม ที่ผ่านมามีการพัฒนาแหล่งน้ำส่วนใหญ่จะมุ่งเน้นไปหาแหล่งน้ำธรรมชาติเป็นหลัก ซึ่งปริมาณน้ำที่ได้จะขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝนที่กักเก็บได้เป็นหลัก ในขณะที่การนำเอาน้ำใต้ดินมาใช้ก็ส่งผลกระทบต่อทรุดตัวของพื้นดินและนำไปสู่ความเสียหายที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างพื้นฐานตามมา [2] ซึ่งในระยะยาวถ้ามีการใช้น้ำใต้ดินเพิ่มขึ้นจะมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในอนาคตอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ จากข้อจำกัดที่กล่าวอ้าง งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นแสวงหาแหล่งน้ำใหม่จากอากาศเพื่อนำมาใช้สำหรับการนำมาใช้บริโภค อุปโภครวมถึงการเพาะปลูก โดยใช้หลักการนำอากาศที่มีความชื้นและอุณหภูมิสูงมาควบแน่นในอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนเพื่อให้เกิดหยดน้ำ โดยมีการทดลองประยุกต์ใช้ตู้แช่เย็นเป็นเครื่องมือในการลดอุณหภูมิและความชื้นของอากาศ และใช้ประยุกต์ใช้หม้อน้ำรถยนต์เป็นอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนเพื่อการควบแน่นอากาศกลายเป็นน้ำ ผลการทดสอบที่ได้จะเป็นต้นแบบและเป็นข้อมูลการนำไปสู่การออกแบบเครื่องผลิตน้ำจากอากาศสำหรับการใช้งานในภาคเกษตรต่อไป ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการประเมินสมรรถนะของเครื่องผลิตน้ำจากอากาศด้วยชุดทดสอบอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนร่วมกับตู้แช่เย็น ภายใต้สภาวะการทำงานจริงในช่วงเดือนกันยายน พ.ศ. 2564 ในพื้นที่ศูนย์การเรียนรู้กลุ่มเกษตรกรปลูกข้าวชุมชนตำบลขุนคอง อำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่

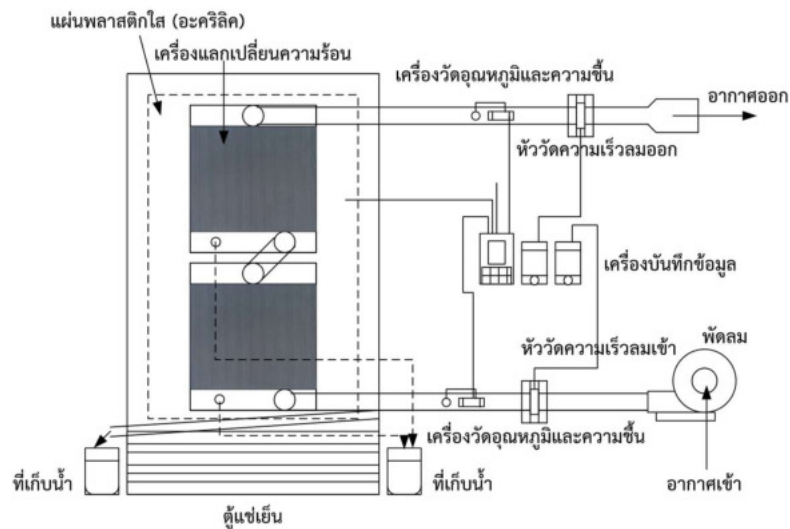
## วิธีการวิจัย

### เครื่องผลิตน้ำจากอากาศ

ชุดทดสอบการผลิตน้ำจากอากาศเป็นการประยุกต์ใช้ตู้แช่เย็นเป็นแหล่งลดอุณหภูมิและความชื้นของอากาศที่ป้อนเข้าระบบ ภายในตู้แช่ติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนจำนวน 2 ชุด และต่อท่อการไหลอากาศเป็นแบบอนุกรม แต่ละชุดมีการต่อท่อเพื่อดึงน้ำออกมาจากภายนอกตู้ ดังรูปที่ 1. ประตูดตู้แช่เย็นถูกนำออกและติดตั้งแผ่นพลาสติกใส ชนิดอะคริลิก ความหนา 5 mm กว้าง 0.6m และยาว 1.2m การป้อนอากาศเข้าระบบจะป้อนให้กับชุดแลกเปลี่ยนความร้อนด้านล่างและออกทางด้านบนชุดแลกเปลี่ยนความร้อน อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนเป็นวัสดุอลูมิเนียมผสมพร้อมติดตั้งครีบริบายความร้อน ท่อป้อนอากาศทางเข้าและทางออกมีขนาด 25.4 mm ตู้แช่เย็นมีขนาด 248L ขนาด 220V 2.16A 50Hz (475W) พัดลมที่ใช้ป้อนอากาศมีขนาด 150W ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อ 25.4 mm สร้างอัตราการไหลอากาศได้ในช่วง 12-17 m<sup>3</sup>/h

### เครื่องมือวัดและวิธีการทดลอง

เครื่องมือวัดได้ติดตั้งเครื่องวัดอุณหภูมิทั้งหมด 4 จุด ประกอบด้วยจุดวัดอุณหภูมิอากาศเข้าและออก อุณหภูมิภายในตู้แช่เย็นและอุณหภูมิแวดล้อม การวัดความชื้นได้ติดตั้งเครื่องความชื้นอากาศขาเข้า ขาออกและอากาศแวดล้อม การวัดอัตราการไหลอากาศใช้เครื่องวัดอากาศแบบใบพัดวัดความเร็วลมป้อนเข้าและบริเวณทางออก เครื่องวัดอุณหภูมิความชื้นมีช่วงการวัด -50 -70°C และ 10-99% ความแม่นยำในการตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น  $\pm 1^{\circ}\text{C}$  และ  $\pm 5\%$  ความละเอียดในการแสดงผลหน้าจอ 0.1°C และ 1% ตามลำดับ เครื่องวัดความเร็วลมเป็นแบบใบพัดแยกมีช่วงการวัดความเร็วลม 0-45m/s และความแม่นยำในการวัด  $\pm 3\%$  เครื่องวัดปริมาณน้ำจากการควบแน่นใช้เครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิทัล ขนาด 30 kg ความละเอียดในการ 10 kg



ภาพที่ 1 ไดอะแกรมการทดสอบผลิตน้ำจากอากาศ

สถานที่ทดสอบได้ทำการทดสอบที่ศูนย์เรียนรู้กลุ่มเกษตรกรตำบลขุนคองซึ่งตั้งอยู่ที่ หมู่ที่ 3 ตำบลขุนคอง อำเภอดงจังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างวันที่ 3-5 กันยายน พ.ศ. 2564 อุณหภูมิและความชื้นอากาศที่ทดสอบวัดได้อยู่ในช่วง 24-34 °C และ 47-86% ตามลำดับ ความดันบรรยากาศสถานที่ทดสอบ 100.91 kPa การเก็บบันทึกข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้น และอัตราการไหลอากาศ ดำเนินการเก็บทุก ๆ 30 min มีการเก็บปริมาณน้ำทุก ๆ 3 h เก็บข้อมูลรวมทั้งหมด 2 วัน และมีการนำเสนอข้อมูลทั้งหมด 4 ช่วง คือ ช่วงหัวค่ำ (18.01-24.00 น.) ช่วงดึก (00.01-06.00 น.) ช่วงเช้า (06.01-12.00 น.)

และช่วงบ่าย (12.01-18.00 น.) การเก็บข้อมูลอัตราการผลิตน้ำทำการเก็บจำนวน 2 แหล่ง คือ น้ำจากการควบแน่นของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนและน้ำจากการควบแน่นบริเวณด้านหน้าตู้แช่เย็น การวิเคราะห์ประสิทธิภาพการผลิตน้ำหาได้จากปริมาณน้ำที่ผลิตได้จริงเทียบกับปริมาณน้ำที่ได้จากผลการคำนวณกับแผนภูมิไซโครเมตริก ซึ่งสมการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการผลิตน้ำจากอากาศมีดังต่อไปนี้

$$\eta_W = \frac{W_{Con}}{W_{Psy}} \times 100 \quad (1)$$

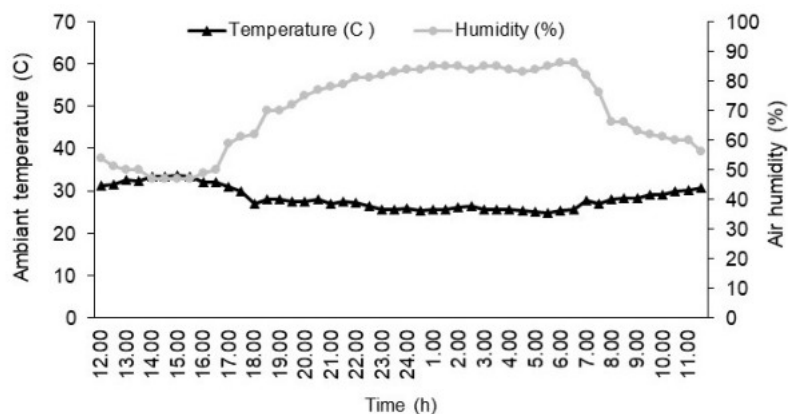
$$W_{Psy} = 1000(w_{in} - w_{out})m_{air} \quad (2)$$

เมื่อ  $W_{Con}$  คือ อัตราการผลิตน้ำจากการควบแน่นที่อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน ( $g_w/h$ ) และ  $W_{Psy}$  อัตราการผลิตน้ำที่ได้จากผลการคำนวณจากแผนภูมิไซโครเมตริก ( $g_w/h$ )  $w_{in}$  และ  $w_{out}$  คือ อัตราส่วนความชื้นสัมพัทธ์อากาศทางเข้าและทางออกจากระบบผลิตน้ำ ( $kg_w/kg_{Air}$ ) และ  $m_{air}$  คืออัตราการไหลของอากาศในระบบ ( $kg_{Air}/h$ )

### ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

#### การวิเคราะห์สภาพอุณหภูมิและความชื้นในอากาศ

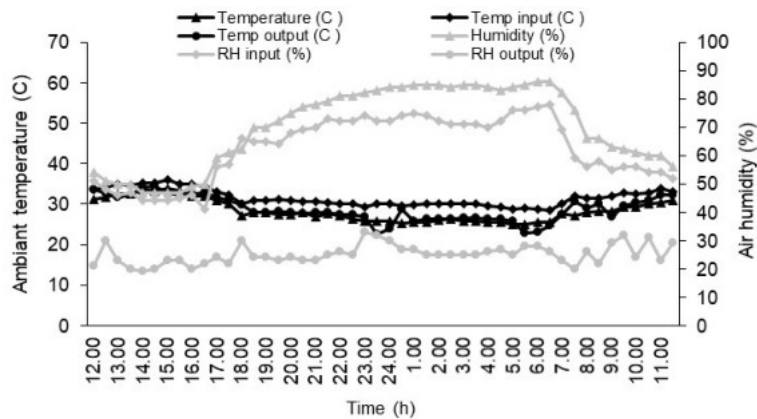
ภาพที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์อุณหภูมิและความชื้นในอากาศสิ่งแวดล้อมการทดลองในระยะเวลา 24 h ในช่วงวันของเดือนกันยายน 2564 โดยแบ่งเวลาการวิเคราะห์ 4 ช่วง คือ ช่วงบ่าย ช่วงค่ำ ช่วงกลางคืน และช่วงเช้า ในด้านอุณหภูมิอากาศสิ่งแวดล้อมพบว่าอุณหภูมิอากาศสูงสุดเท่ากับ  $33.8^\circ C$  และต่ำสุดเท่ากับ  $24.9^\circ C$  ซึ่งเกิดขึ้นในช่วงบ่ายและช่วงเช้าของวัน การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตลอดทั้งวันประมาณไม่เกิน  $9^\circ C$  ในด้านของความชื้นอากาศ ความชื้นจะเริ่มสูงขึ้นในช่วงค่ำของวันจนถึงช่วงเช้าของอีกวันซึ่งไม่เกินเวลา 07.30 น. ความชื้นช่วงนี้มีเฉลี่ยอยู่ในช่วง 75.83-84.42% ในขณะที่ช่วงกลางวัน ช่วงบ่ายและหัวค่ำมีความชื้นเฉลี่ยอยู่ในช่วง 51-68.67% ในสภาวะช่วงอุณหภูมิต่ำปริมาณความชื้นในอากาศจะสูง จากรูปภาพการเปลี่ยนแปลงจะเริ่มขึ้นตั้งแต่ช่วงหัวค่ำจนถึงช่วงเช้าของอีกวัน ปริมาณความชื้นในอากาศสูงหมายความว่าในอากาศมีไอน้ำอยู่เป็นปริมาณมาก ดังนั้นถ้าต้องการดึงน้ำมาจากอากาศ ช่วงเวลาดังกล่าวจะเป็นช่วงที่ได้รับปริมาณน้ำสูงสุด [3] ปริมาณน้ำในอากาศที่สภาวะความชื้นสูงสุดและต่ำสุดเท่ากับ  $0.0188 kg_w/kg_{dry air}$  และ  $0.016 kg_w/kg_{dry air}$  ตามลำดับ



ภาพที่ 2 อุณหภูมิและความชื้นอากาศในช่วงวันการทดลอง

### การเปรียบเทียบอุณหภูมิและความชื้นระหว่างกระบวนการควบแน่นอากาศ

ภาพที่ 3 แสดงผลการเปรียบเทียบอุณหภูมิและความชื้นของอากาศที่ป้อนเข้าอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนที่ติดตั้งไว้ในตู้แช่ที่มีอุณหภูมิเฉลี่ย  $7.45^{\circ}\text{C}$  หรืออยู่ในช่วง  $4.20-11.70^{\circ}\text{C}$  ในด้านอุณหภูมิจะพบว่าอุณหภูมิป้อนเข้าระบบจะมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิปกติเฉลี่ย  $3.22^{\circ}\text{C}$  เนื่องจากการป้อนอากาศจะใช้พัดลมและความร้อนจากชุดมอเตอร์บางส่วนถ่ายเทให้กับอากาศที่ป้อนเข้าทำให้อุณหภูมิสูงขึ้น อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบกับอุณหภูมิด้านออกจากระบบ อุณหภูมิจะลดลงต่ำกว่าอุณหภูมิป้อนเข้าเฉลี่ย  $2.77^{\circ}\text{C}$  ความชื้นของอากาศที่ป้อนเข้าสูงกว่าความชื้นที่ออกจากระบบเนื่องจากปริมาณน้ำที่อยู่ในอากาศบางส่วนเกิดการควบแน่นในอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน การเย็นตัวของอากาศเป็นการสูญเสียพลังงานความร้อน ส่งผลให้อุณหภูมิในองค์ประกอบของไอน้ำหรือสสารในสถานะของก๊าซเคลื่อนที่ได้ช้าลง ทำให้เกิดแรงดึงดูดหรือแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลสูงขึ้นและเกิดเป็นหยดน้ำ [4] จากภาพที่ 3 ความชื้นในอากาศจะเริ่มสูงขึ้นตั้งแต่เวลา 17.00 น. จนถึงเวลาช่วงเช้าประมาณ 07.00 น. ความชื้นอยู่ระหว่าง 56-78% หลังจากนั้นช่วงกลางวันจะมีความชื้นอยู่ในช่วง 41-56%



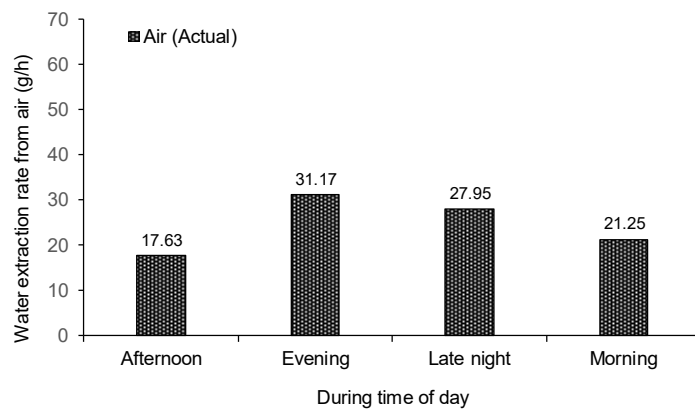
ภาพที่ 3 อุณหภูมิและความชื้นอากาศในสภาวะเข้า-ออกจากเครื่องควบแน่นเทียบกับสภาพแวดล้อม

### การวิเคราะห์อัตราการผลิตน้ำจากอากาศ

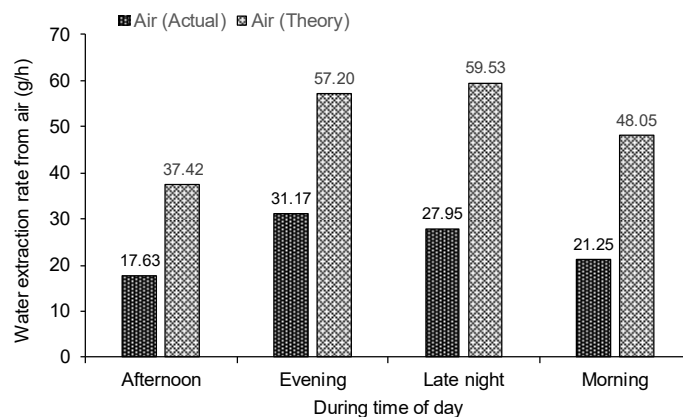
ภาพที่ 4 แสดงปริมาณน้ำที่ได้จากการสกัดน้ำจากอากาศช่วงระยะเวลา 24 ชั่วโมง และพบว่าอัตราการผลิตน้ำในช่วงหัวค่ำและช่วงดึกให้อัตราการผลิตน้ำจากอากาศสูงสุด  $31.17\text{ g}_w/\text{h}$  และ  $27.95\text{ g}_w/\text{h}$  ตามลำดับ ปริมาณความชื้นในอากาศเป็นตัวแปรหลักสำคัญของการเกิดน้ำ กล่าวคือ ถ้าปริมาณความชื้นป้อนเข้าสูงจะทำให้อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนผลิตน้ำได้สูง [5] สาเหตุที่ช่วงหัวค่ำ กลางคืนและช่วงเช้ามืดมีความชื้นสูงเนื่องจากช่วงเวลา หัวค่ำและกลางคืน อุณหภูมิอากาศจะต่ำทำให้รับไอน้ำในอากาศได้น้อย ในขณะที่กลางวันอุณหภูมิสูงทำให้รับไอน้ำได้มากขึ้น โดยทั่วไปอากาศสามารถรับปริมาณไอน้ำได้จำกัดที่อุณหภูมิและปริมาตรหนึ่งและเมื่ออุณหภูมิระบบลดต่ำลง ปริมาณไอน้ำที่รับได้สูงสุดก็จะมีค่าลดลง ดังนั้นในช่วงเช้ามืดอุณหภูมิของอากาศต่ำปริมาณไอน้ำในอากาศมีค่าใกล้เคียงกับปริมาณไอน้ำสูงสุดที่อากาศรับได้ อากาศจึงรับไอน้ำได้อีกเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ซึ่งหมายความว่าอากาศจะมีความชื้นสูง ส่วนช่วงกลางวันมีปริมาณไอน้ำในอากาศต่ำเมื่อเทียบกับปริมาณไอน้ำสูงสุดที่อากาศสามารถรับได้หมายความว่าอากาศมีความชื้นต่ำ

### การเปรียบเทียบอัตราการผลิตน้ำจากอากาศกับปริมาณน้ำจากแผนภูมิไซโครเมตริก

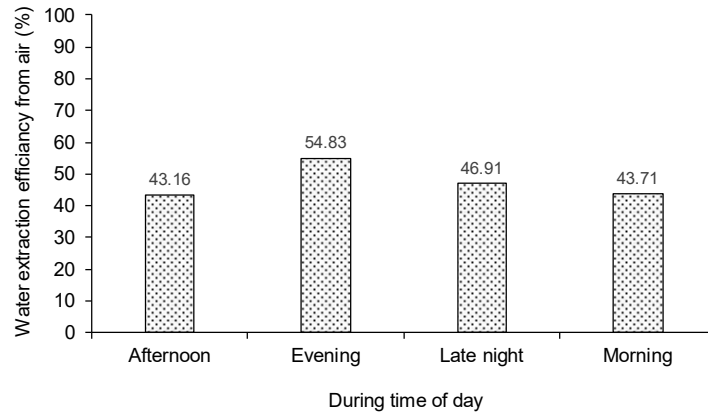
ภาพที่ 5 แสดงผลการเปรียบเทียบอัตราการผลิตน้ำจากอากาศที่ได้จากอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนเทียบกับปริมาณน้ำที่คำนวณได้จากแผนภูมิไซโครเมตริก การเปรียบเทียบพบว่าอัตราการผลิตน้ำที่ได้จากการควบแน่นในอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนให้ปริมาณน้ำต่ำกว่าปริมาณน้ำที่ได้จากทฤษฎีแผนภูมิไซโครเมตริก ช่วงเวลาหัวค่ำและดึกสามารถคำนวณอัตราการผลิตน้ำได้อยู่ในช่วง 57.20-59.53 g<sub>w</sub>/h ในขณะที่อัตราการผลิตน้ำจริงทดสอบและวัดได้สูงสุดอยู่ในช่วง 27.95-31.17 g<sub>w</sub>/h การผลิตน้ำจากอากาศในช่วงเวลาหัวค่ำ ช่วงดึก ช่วงเช้าเป็นช่วงเวลาที่ทำให้อัตราการผลิตน้ำได้สูงสุดตามลำดับ ในขณะที่ช่วงบ่ายให้อัตราการผลิตน้ำต่ำสุด โดยความปริมาณความชื้น อุณหภูมิและความดันเป็นตัวแปรหลักสำคัญในการเพิ่มขึ้นของการผลิตน้ำจากอากาศ [6] ภาพที่ 6 แสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการผลิตน้ำในแต่ละช่วงเวลา ช่วงเวลาหัวค่ำให้ประสิทธิภาพสูงสุด 54.83% ถัดมาเป็นช่วงดึก 46.91% ช่วงเช้า 43.71% และช่วงบ่าย 43.16% ตามลำดับ



ภาพที่ 4 อัตราการผลิตน้ำจากอากาศด้วยการอนุกรมหม้อน้ำรถยนต์ภายในตู้แช่เย็น



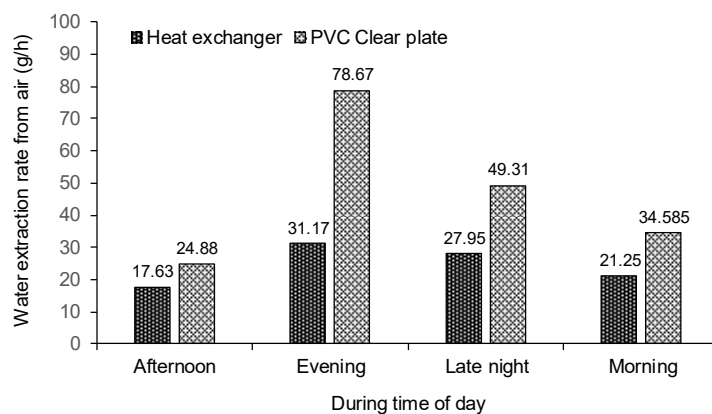
ภาพที่ 5 การเปรียบเทียบการผลิตน้ำจากอากาศกับปริมาณน้ำจากแผนภูมิไซโครเมตริก



ภาพที่ 6 ประสิทธิภาพการผลิตน้ำจากการอนุกรมหม้อน้ำรถยนต์ในตู้แช่เย็น

**การผลิตน้ำจากจากหม้อน้ำรถยนต์เทียบกับการผลิตน้ำจากการควบแน่นแผ่นพลาสติกใส**

ภาพที่ 7 แสดงการเปรียบเทียบการสกัดน้ำที่ได้จากอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนเทียบกับการควบแน่นของน้ำที่ฝาของตู้แช่เย็นด้วยแผ่นพลาสติกใส การควบแน่นที่ฝาตู้แช่ อากาศจะสัมผัสกับผนังที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าจุดน้ำค้างและเกิดเป็นฝ้าและขยายกลายเป็นหยดน้ำและไหลลงตามแรงโน้มถ่วงของโลกในที่สุด ผนังของตู้แช่มีพื้นที่รวม 0.572 m<sup>2</sup> ผลจากการเก็บมวลน้ำที่ระยะเวลาเดียวกันในแต่ละช่วงเวลาพบว่า การควบแน่นของน้ำบริเวณฝาตู้แช่เย็นให้อัตราการผลิตน้ำสูงกว่าการควบแน่นด้วยอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนประมาณ 41-152% โดยช่วงหัวค่ำ ช่วงดึก ช่วงเช้าและช่วงบ่าย ให้อัตราการผลิตน้ำสูงตามลำดับ สาเหตุที่การควบแน่นของน้ำบริเวณฝาตู้แช่เย็นสูงกว่าส่วนหนึ่งน่าจะเกิดจากพื้นผิวสัมผัสของฝาตู้แช่เย็นมากกว่าประมาณ 2.27 เท่า ส่งผลให้เกิดการคายไอน้ำได้มากและทำให้เกิดการควบแน่นได้มากกว่า [7] ส่วนประเด็นที่สองส่วนหนึ่งน่าจะเกิดมาจากปริมาณอากาศที่ป้อนเข้าไม่สามารถเข้าสัมผัสพื้นที่ได้อย่างทั่วถึง ด้วยลักษณะของท่อกระจายอากาศที่มีขนาดเล็ก ประกอบกับช่องทางเข้าอากาศจะติดตั้งอยู่ตรงกลาง เมื่อลมป้อนเข้าบางส่วนอาจไม่ทั่วถึงพื้นที่ตรงบริเวณด้านข้างของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนทั้งสองข้างหรือช่องอากาศแถวที่สองได้ [8] จึงเป็นสาเหตุให้ได้ปริมาณการควบแน่นที่ต่ำกว่า การผลิตน้ำจากอากาศสูงสุดเกิดขึ้นช่วงค่ำเท่ากับ 78.67 g/h ในขณะที่ช่วงบ่ายให้อัตราการผลิตต่ำสุด 24.88 g/h



ภาพที่ 7 การเปรียบเทียบการผลิตน้ำจากอากาศของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนและการควบแน่นฝาเปิดตู้แช่

## สรุปผลการวิจัย

ผลการทดสอบและวิเคราะห์ข้อมูลสรุปได้ ดังนี้ อุณหภูมิและความชื้นอากาศระหว่างการทดสอบอยู่ในช่วง 24.9-33.8 °C และความชื้นอยู่ในช่วง 51-84.42% ช่วงเวลาหัวค่ำและช่วงดึกของวันให้ปริมาณความชื้นสูงสุดและอุณหภูมิอากาศต่ำสุด ในขณะที่กลางวันจะมีปริมาณความชื้นในอากาศอยู่ในช่วง 41-50% เท่านั้น ด้านอัตราการผลิตน้ำจากอากาศสูงสุดเกิดขึ้นในช่วงเวลาหัวค่ำ โดยมีอัตราการผลิต 31.17 g/h ประสิทธิภาพการผลิตน้ำสูงสุดเท่ากับ 54.83% เมื่อเปรียบเทียบกับอัตราการผลิตน้ำกับแผนภูมิไซโครเมตริกและเกิดขึ้นในสภาวะความชื้นสูงสุดช่วงหัวค่ำ การเปรียบเทียบกับลักษณะการควบแน่น การควบแน่นของน้ำที่บริเวณฝาของตู้แช่เย็นให้อัตราการผลิตน้ำสูงกว่าอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนโดยให้อัตราการผลิตสูงสุด 78.67 g/h ซึ่งสูงกว่าประมาณ 1.52 เท่า เมื่อเทียบกับการใช้อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) (สวก.) ที่สนับสนุนทุนการวิจัย และวิทยาลัยพลังงานทดแทน ศูนย์ความเป็นเลิศทางด้านพลังงาน สิ่งแวดล้อมและปัญหาภัยพิบัติหมอกควัน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ที่สนับสนุนเครื่องมือวิจัยและขอขอบคุณ องค์การบริหารส่วนตำบลขุนคองและศูนย์การเรียนรู้กลุ่มเกษตรกรปลูกข้าวชุมชนบ้านขุนคองที่สนับสนุนพื้นที่การทดลอง

## เอกสารอ้างอิง

- [1] Gong, S., Wang, H., Zhu, Z., Bai, Q., Wang, C. (2019). Comprehensive utilization of seawater in China: A description of the present situation, restrictive factors and potential countermeasures. **Water**. 11(2): 397. <https://doi.org/10.3390/w11020397>.
- [2] Meldebekova, G., Yu, C., Li, Z., Song, C. (2020). Quantifying ground subsidence associated with aquifer overexploitation using space-borne radar interferometry in Kabul, Afghanistan. **Remote Sensing**. 12(15): 2461. <https://doi.org/10.3390/rs12152461>.
- [3] Srivastava, S., Yadav, A., (2019). Economic analysis of water production from atmospheric air using scheffler reflector. **Appl Water Sci**. 9:3. <https://doi.org/10.1007/s13201-018-0883-7>.
- [4] Wei, Z., Zhao, Y., P., (2007). **J. Phys. D: Appl. Phys.** 40(14), 4368-4375.
- [5] Valsson, S., Bharat, A., (2011) impact of air temperature on relative humidity-A study. **Environment. Architecture–Time Space and People**, Council of Architecture, New Delhi, India. 38-41.
- [6] Cattani, L., Magrini, A., Cattani, P. (2021). Water extraction from air: A proposal for a New Indicator to compare air water generators efficiency. **Energies**. 14(1): 224 <https://doi.org/10.3390/en14010224>.
- [7] Jarimi, H., Powell, R., Riffat, S. (2020). Review of sustainable methods for atmospheric water harvesting, **International Journal of Low-Carbon Technologies**.15(2), 253–276.<https://doi.org/10.1093/ijlct/ctz072>.
- [8] Akbari, M., M., Murata, A., Saito, H., Iwamoto H. (2018). Effect of number of tube rows on heat transfer enhancement and flow field with different vortex generator geometries in fin-and tube heat exchangers, **Thermal Science and Engineering**. 18(2), 71-82.