

การเพิ่มสมรรถนะเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ Performance Improvement of Solar Dryer

พูลทวี ศรพรหม นรินทร์ หันไชยงวา และอำไพศักดิ์ ทีบุญญา

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี 34190 โทร 0-4535-3381 โทรสาร 0-4535-3380 E-mail: oxarm@yahoo.com

Pooltawee Sornprom Nirun Hanchaiyungwa and Umphisak Teeboonma

Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Ubonratchathani University

Warinchamrap District, Ubonratchathani 34190 Thailand Tel: 0-4535-3381 Fax: 0-4535-3380 E-mail: oxarm@yahoo.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเทคนิคการเพิ่มสมรรถนะเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับเทคนิคที่ศึกษาได้แก่ สารดูดความชื้น ปล่องความร้อน และลูกหมุนดูดอากาศ ซึ่งในการศึกษาได้เปรียบเทียบสมรรถนะเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์กรณีที่ใช้เทคนิคต่างๆ ช่วย กับเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบธรรมดา และการตากแดดโดยตรง สารดูดความชื้นที่ใช้ศึกษา คือ ซิลิกาเจล โดยมีผ้าชุบน้ำเป็นตัวช่วยในการทดลอง สำหรับพารามิเตอร์ที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการศึกษาเปรียบเทียบ คือ อัตราการอบแห้ง ผลจากการทดลองพบว่า เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่ใช้สารดูดความชื้น หรือปล่องความร้อน หรือลูกหมุนดูดอากาศช่วย จะมีอัตราการอบแห้งสูงกว่าเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบธรรมดา และการตากแดดโดยตรง

Abstract

The purpose of this research was to study the techniques for improving the performance of the solar dryer. Techniques investigated were solid desiccant, solar chimney and ventilator. The performance of the solar dryer combined with those techniques was then compared to the performance of the conventional solar dryer and open sun drying. The solid desiccant used in this work was silica gel. To examine the dryer performance, wet cloth was selected as testing material. The criterion used for investigating the performance of the dryer was drying rate. The experimental results showed that drying rate of solar dryer combined with solid desiccant or solar chimney or ventilator was higher than that of conventional solar dryer and open sun drying.

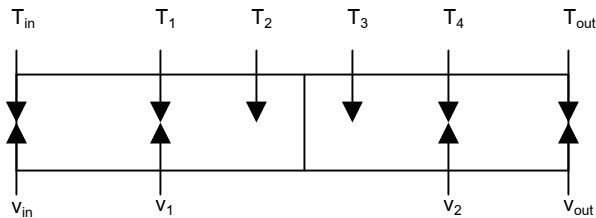
1. บทนำ

ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนบริเวณเส้นศูนย์สูตร ซึ่งมีแสงอาทิตย์ตลอดทั้งปีโดยมีความเข้มแสงเฉลี่ยตลอดทั้งปีประมาณ 17 MJ/m²/day ซึ่งเป็นพลังงานที่มากพอสำหรับการนำมาใช้ประโยชน์ในการอบแห้ง[1] การใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในการอบแห้งสามารถทำได้หลายแบบ เช่น การตากแดดโดยตรง ซึ่งเป็นวิธีที่ง่ายไม่ซับซ้อน แต่มักเกิดปัญหาในเรื่องของฝุ่นละออง แมลง และเชื้อรา นอกจากนี้ยังมีปัญหาเมื่อฝนตกหากไม่สามารถเก็บกักได้ทันทั่วทั้งที่ ดังนั้นจึงมีการนำเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์เข้ามาใช้เพื่อช่วยลดปัญหาต่างๆ ที่กล่าวมา เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีการใช้งานอยู่ทั่วไป สามารถจำแนกได้หลายแบบ เช่น จำแนกตามการไหลเวียนของอากาศ และจำแนกตามการรับรังสีดวงอาทิตย์[2,3,4] สำหรับปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการอบแห้ง ได้แก่ อุณหภูมิอากาศอบแห้ง และ ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ โดยตัวแปรที่มีผลมากที่สุด คือ อุณหภูมิอากาศอบแห้ง ในส่วนของปัจจัยภายใน คือ คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะลักษณะโครงสร้างภายในของวัสดุที่ทำการอบแห้ง สำหรับแนวคิดหรือเทคนิคของงานวิจัยนี้ คือ การเพิ่มปริมาณอากาศไหลเวียนโดยใช้ปล่องความร้อน(Chimney) ลูกหมุนดูดอากาศ(Ventilator) และใช้สารดูดความชื้น(Solid desiccant) ขั้นตอนการทำงานของเครื่องอบแห้ง โดยหลักการคือ อากาศจากภายนอกจะไหลผ่านสารดูดความชื้น ซึ่งจะทำความชื้นในอากาศลดลง ในขณะที่อุณหภูมิอากาศจะเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากการคายพลังงานของไอน้ำ อากาศเมื่อไหลผ่านสารดูดความชื้น จะมารับพลังงานในส่วนที่หลักสำหรับรับแสง(Collector) ซึ่งในส่วนนี้จะสามารถเพิ่มอุณหภูมิอากาศได้สูง เพราะ อากาศที่เข้ามามีความชื้นต่ำ ดังนั้นจึงไม่มีการสูญเสียพลังงานให้กับความชื้นในอากาศมากนัก ในส่วนที่เป็นพื้นที่อบแห้งก็สามารถรับพลังงานแสงอาทิตย์ได้ เนื่องจากได้ออกแบบให้ด้านบนเป็นกระจกใส ในขณะที่ด้านล่างติดตั้งฉนวนกันความร้อน มีปล่องความร้อน

(chimney) ช่วยในการระบายอากาศ และติดตั้งลูกหมุนดูดอากาศ (Ventilator) ที่ส่วนบนสุดของปล่องความร้อน ซึ่งจะทำหน้าที่ดูดอากาศขึ้นภายในห้องอบแห้งออก โดยอาศัยพลังงานจากกระแสลมและพลังงานที่เกิดจากแรงลอยตัวของมวลอากาศร้อนภายในห้องอบแห้ง ซึ่งจะไม่จำเป็นต้องใช้พลังงานจากไฟฟ้า และยังเป็นการนำเอาพลังงานลมมาใช้ประโยชน์อีกด้วย

2. วิธีการทดลอง

ในงานวิจัยนี้จะทำการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้ง โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ การทดสอบสมรรถนะของเครื่องอบแห้งโดยไม่มีผลิตภัณฑ์ในห้องอบแห้ง ซึ่งเป็นการทดสอบเพื่อศึกษาการกระจายตัวของอุณหภูมิภายในห้องอบแห้ง และการทดสอบอบแห้งผลิตภัณฑ์ โดยตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการทดสอบ คือ ผ้าชุบน้ำ ผ้าแต่ละผืนเมื่อนำมาชุบน้ำและม้วนแล้วจะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 mm. ยาว 100 mm. น้ำหนักเริ่มต้นของผ้าชุบน้ำในแต่ละการทดลองเท่ากับ 9 kg. ตำแหน่งการวัดอุณหภูมิและความเร็วลม แสดงในรูปที่ 1 การวัดอุณหภูมิใช้เทอร์โมคัปเปิล type K ต่อเข้ากับ data logger ความละเอียด $\pm 1^{\circ}\text{C}$ บันทึกอุณหภูมิทุก ๆ 1 นาที การวัดความเร็วลมใช้ hot wire anemometer ความละเอียด $\pm 3\%$ ของค่าที่อ่านได้ การคำนวณหาค่าอัตราการอบแห้ง หาได้จากน้ำหนักของผ้าที่หายไปหารด้วยเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง



รูปที่ 1 แสดงตำแหน่งที่ทำการวัด

โดยที่

T = จุดวัดอุณหภูมิ

V = จุดวัดความเร็ว

สำหรับการทดลองในแต่ละวันจะทำการทดสอบพร้อมกัน 3 วิธี คือ 1.) ตากแดดโดยตรง 2.) ใช้เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบธรรมชาติ 3.) ใช้เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีสารดูดความชื้น หรือปล่องความร้อน หรือลูกหมุนดูดอากาศ

3. อุปกรณ์การทดลอง

ในการศึกษาเทคนิคการเพิ่มสมรรถนะเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ได้สร้างเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ จำนวน 2 เครื่อง โดยเครื่องหนึ่งจะสามารถเพิ่มสารดูดความชื้น ปล่องความร้อน หรือลูกหมุนดูดอากาศ ส่วนอีกเครื่องหนึ่งไม่มีการเพิ่มปล่องความร้อน และลูกหมุนดูดอากาศ ดังแสดงในรูปที่ 2 โดยใช้กระจกใสปิดด้านบน ตัวเครื่องมีขนาด 1.00 m. x 4.50 m. โดยให้ครั้งแรกของเครื่องอบ

เป็นส่วนพื้นที่รับรังสีดวงอาทิตย์มีขนาด 2 m^2 และครึ่งหลังเป็นส่วนพื้นที่อบแห้งผลิตภัณฑ์มีขนาด 2 m^2 หลังจากสร้างเครื่องอบแห้งเสร็จแล้ว ได้ทำการทดสอบสมรรถนะเครื่องอบแห้งของทั้งสองเครื่องที่เหมือนกัน เพื่อตรวจสอบว่าเครื่องทั้งสองมีสมรรถนะเท่ากัน หลังจากนั้นก็ทำการทดลองโดยติดตั้งอุปกรณ์ช่วยเข้าไปที่ละชนิด



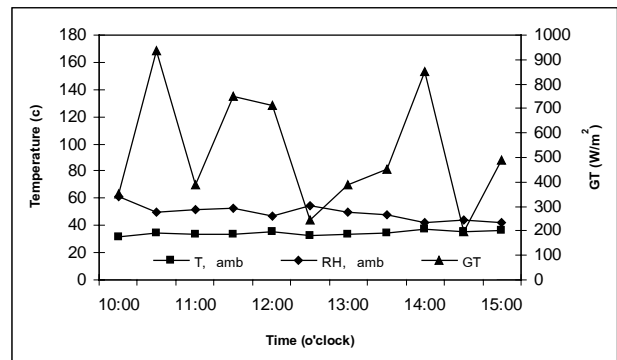
รูปที่ 2 ชุดทดลอง

4. ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ผลการทดลองกรณีไม่มีผลิตภัณฑ์ในห้องอบแห้ง

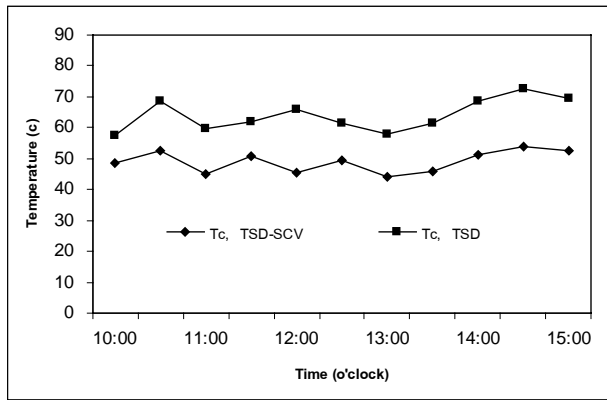
เป็นการทดลองเพื่อหาค่าการกระจายตัวของอุณหภูมิและความเร็วของอากาศภายในเครื่องอบแห้ง โดยใช้ซิลิกาเจลเป็นสารดูดความชื้นในการทดลองแต่ละครั้งใช้ซิลิกาเจล จำนวน 10 kg. เพื่อลดความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศก่อนเข้าห้องอบแห้ง

รูปที่ 3 แสดงสภาพอากาศในการทดลอง วันที่ 17 พฤษภาคม 2550 ที่มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จากกราฟจะเห็นว่าความเข้มของแสงอาทิตย์เฉลี่ยประมาณ 523 W/m^2 อุณหภูมิอากาศแวดล้อมประมาณ 34.5°C และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศแวดล้อม 49.3 %



รูปที่ 3 สภาพอากาศ วันที่ 17 พฤษภาคม 2550

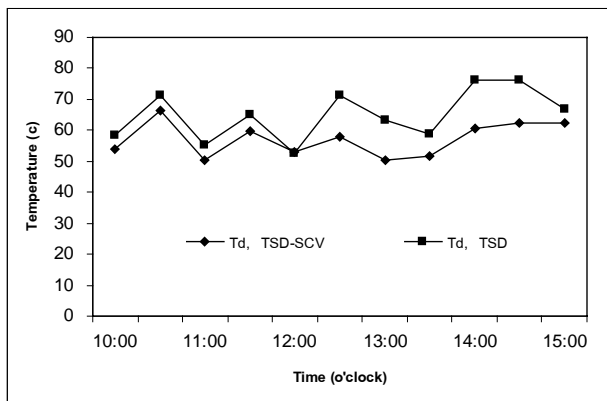
เมื่อ GT คือ ความเข้มแสงอาทิตย์ T, amb คือ อุณหภูมิอากาศแวดล้อมภายนอก และ RH, amb คือ ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศแวดล้อม



รูปที่ 4 อุณหภูมิอากาศในส่วนรับรังสีดวงอาทิตย์ของเครื่องอบแห้ง

เมื่อ Tc, TSD-SCV คือ อุณหภูมิอากาศที่ส่วนรับรังสีดวงอาทิตย์ของเครื่องอบแห้ง ที่มีสารดูดความชื้น ปล่องความร้อนและลูกหมุนดูดอากาศ Tc, TSD คือ อุณหภูมิอากาศที่ส่วนรับรังสีดวงอาทิตย์ของเครื่องอบแห้ง ที่ไม่มีสารดูดความชื้น ปล่องความร้อนและลูกหมุนดูดอากาศ

จากรูปที่ 4 จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิอากาศในส่วนรับรังสีดวงอาทิตย์ของเครื่องอบแห้งแบบ TSD-SCV เฉลี่ยประมาณ 49 °C อุณหภูมิอากาศในส่วนรับรังสีดวงอาทิตย์ของเครื่องอบแห้งแบบ TSD เฉลี่ยประมาณ 64 °C

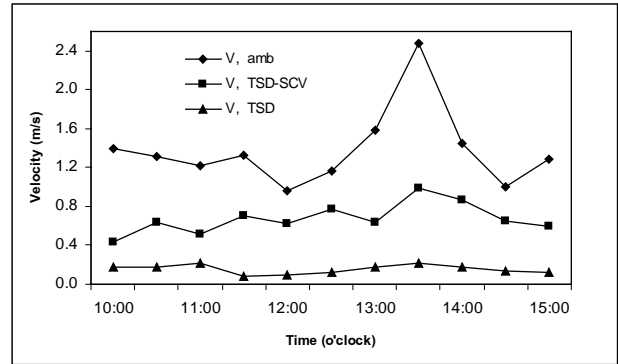


รูปที่ 5 อุณหภูมิอากาศในห้องอบแห้งของเครื่องอบแห้ง

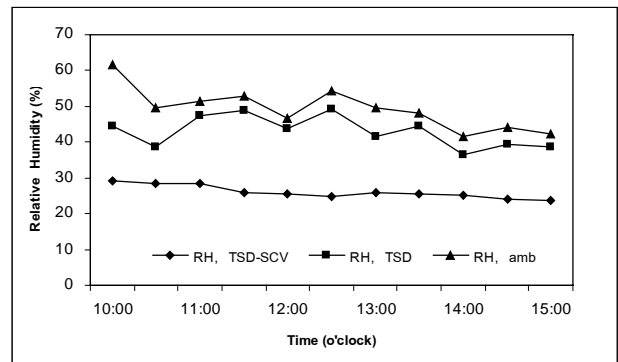
เมื่อ Td, TSD-SCV คือ อุณหภูมิอากาศในห้องอบแห้งของเครื่องอบแห้ง ที่มีสารดูดความชื้น ปล่องความร้อนและลูกหมุนดูดอากาศ Td, TSD คือ อุณหภูมิอากาศในห้องอบแห้งของเครื่องอบแห้ง ที่ไม่มีสารดูดความชื้น ปล่องความร้อนและลูกหมุนดูดอากาศ

รูปที่ 5 แสดงอุณหภูมิอากาศในห้องอบแห้งของเครื่องอบแห้ง จากกราฟพบว่าเครื่องอบแห้งแบบ TSD-SCV มีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 57.2 °C และอุณหภูมิอากาศในห้องอบแห้งของเครื่องอบแห้งแบบ TSD เฉลี่ยประมาณ 65 °C จากข้อมูลในรูปที่ 4 และ 5 จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิภายในเครื่องอบแห้งที่ไม่มีสารดูดความชื้น ปล่องความร้อนและลูกหมุนดูดอากาศ จะมีอุณหภูมิสูงกว่า เนื่องจากเครื่อง

อบแห้งที่ไม่มีสารดูดความชื้น ปล่องความร้อนและลูกหมุนดูดอากาศ จะมีการระบายอากาศน้อยกว่าเครื่องอบแห้งที่มีสารดูดความชื้น ปล่องความร้อนและลูกหมุนดูดอากาศ ซึ่งสังเกตได้จากข้อมูลความเร็วลมที่ทางออกของเครื่องอบแห้งซึ่งแสดงในกราฟรูปที่ 6 ทำให้มีพลังงานความร้อนสะสมอยู่ในเครื่องอบแห้งมากกว่า จึงส่งผลให้มีอุณหภูมิสูงกว่า



รูปที่ 6 ความเร็วลมที่ทางออกเครื่องอบแห้ง



รูปที่ 7 ความชื้นสัมพัทธ์ภายในเครื่องอบแห้ง

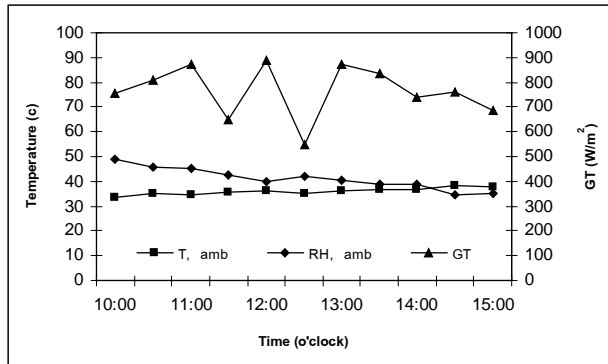
เมื่อ RH, TSD-SCV คือ ความชื้นสัมพัทธ์ภายในเครื่องอบแห้ง ที่มีสารดูดความชื้น ปล่องความร้อนและลูกหมุนดูดอากาศ RH, TSD คือ ความชื้นสัมพัทธ์ภายในเครื่องอบแห้งที่ไม่มีสารดูดความชื้น ปล่องความร้อนและลูกหมุนดูดอากาศ RH, amb คือ ความชื้นสัมพัทธ์อากาศแวดล้อมภายนอก

รูปที่ 7 แสดงความชื้นสัมพัทธ์ภายในเครื่องอบแห้ง จากกราฟพบว่า เครื่องอบแห้งแบบ TSD-SCV จะมีความชื้นสัมพัทธ์น้อยกว่าเครื่องอบแห้งแบบ TSD เนื่องจากสารดูดความชื้นในเครื่องอบแห้งแบบ TSD-SCV สามารถดูดความชื้นในอากาศก่อนเข้าสู่ห้องอบแห้ง และยังมีกระบวนการที่ดีกว่า ดังนั้นเครื่องอบแห้งแบบ TSD-SCV จึงมีความชื้นสัมพัทธ์น้อยกว่าเครื่องอบแห้งแบบ TSD

4.2 ผลการทดลองอบแห้งผลิตภัณฑ์

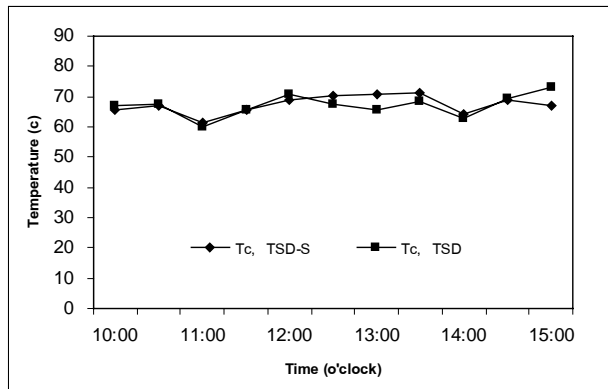
4.2.1 กรณีมีสารดูดความชื้นกับไม่มีสารดูดความชื้น

รูปที่ 8 แสดงสภาพอากาศในการทดลอง วันที่ 8 มิถุนายน 2550 ที่มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จากกราฟจะเห็นว่าความชื้นของแสงอาทิตย์เฉลี่ยประมาณ 765.4 W/m^2 อุณหภูมิอากาศแวดล้อมประมาณ $36 \text{ }^\circ\text{C}$ และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศแวดล้อม 41.2%



รูปที่ 8 แสดงสภาพอากาศ วันที่ 8 มิถุนายน 2550

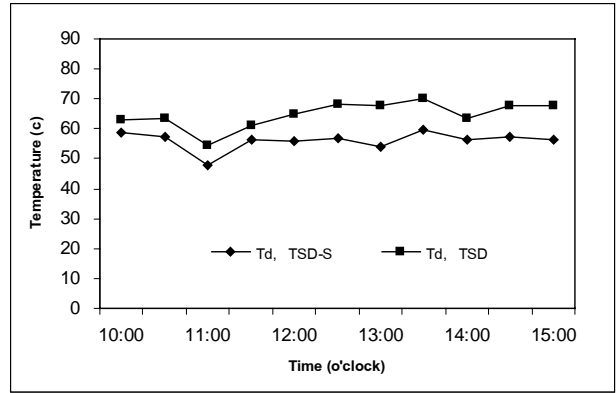
เมื่อ GT คือ ความเข้มแสงอาทิตย์ T, amb คือ อุณหภูมิอากาศแวดล้อมภายนอก และ RH, amb คือ ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศแวดล้อม



รูปที่ 9 อุณหภูมิอากาศในส่วนรับรังสีดวงอาทิตย์ของเครื่องอบแห้ง

เมื่อ Tc, TSD-S คือ อุณหภูมิอากาศที่ส่วนรับรังสีดวงอาทิตย์ของเครื่องอบแห้งที่มีสารดูดความชื้น และ Tc, TSD คือ อุณหภูมิอากาศที่ส่วนรับรังสีดวงอาทิตย์ของเครื่องอบแห้งแบบธรรมดา

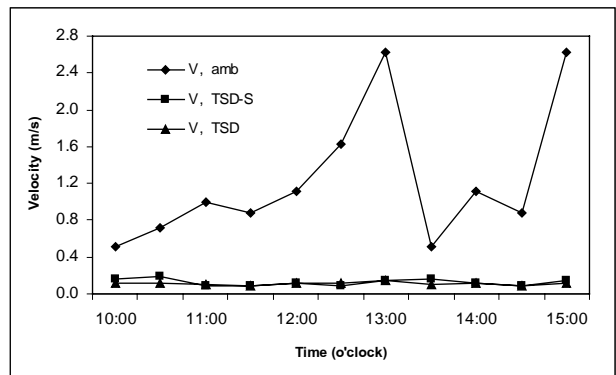
จากรูปที่ 9 จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิอากาศในส่วนรับรังสีดวงอาทิตย์ของเครื่องอบแห้งแบบ TSD-S เฉลี่ยประมาณ $67.4 \text{ }^\circ\text{C}$ อุณหภูมิอากาศในส่วนรับรังสีดวงอาทิตย์ของเครื่องอบแห้งแบบ TSD เฉลี่ยประมาณ $67.1 \text{ }^\circ\text{C}$



รูปที่ 10 อุณหภูมิอากาศในห้องอบแห้งของเครื่องอบแห้ง

เมื่อ Td, TSD-S คือ อุณหภูมิอากาศในห้องอบแห้งของเครื่องอบแห้งที่มีสารดูดความชื้น และ Td, TSD คือ อุณหภูมิอากาศในห้องอบแห้งของเครื่องอบแห้งแบบธรรมดา

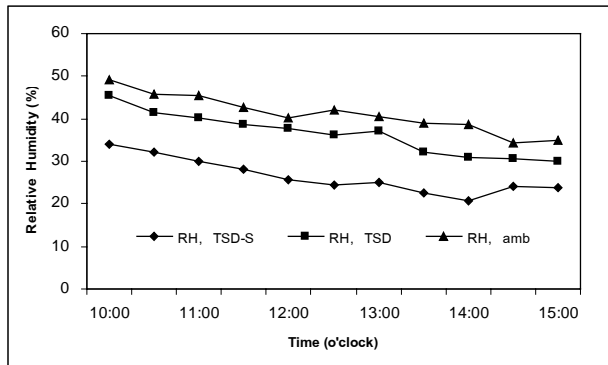
รูปที่ 10 แสดงอุณหภูมิอากาศในห้องอบแห้งของเครื่องอบแห้ง จากกราฟพบว่าเครื่องอบแห้งแบบ TSD-S มีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ $56.1 \text{ }^\circ\text{C}$ และอุณหภูมิอากาศในห้องอบแห้งของเครื่องอบแห้งแบบ TSD เฉลี่ยประมาณ $64.7 \text{ }^\circ\text{C}$



รูปที่ 11 ความเร็วลมที่ทางออกเครื่องอบแห้ง

เมื่อ V, TSD-S คือ ความเร็วลมที่ทางออกของเครื่องอบแห้งแบบมีสารดูดความชื้น V, TSD คือ ความเร็วลมที่ทางออกของเครื่องอบแห้งแบบไม่มีสารดูดความชื้น และ V, amb คือ ความเร็วลมภายนอก

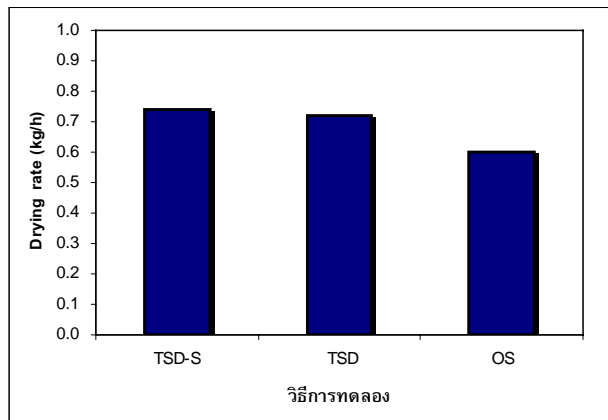
รูปที่ 11 แสดงความเร็วลมที่ทางออกของเครื่องอบแห้ง จากกราฟจะเห็นได้ว่า ความเร็วลมที่ทางออกของเครื่องอบแห้งทั้งสองใกล้เคียงกัน เนื่องจากการไหลเวียนอากาศของเครื่องอบแห้งทั้งสองเป็นการไหลเวียนแบบธรรมชาติ จึงทำให้ความเร็วลมที่ทางออกของเครื่องอบแห้งค่อนข้างต่ำ



รูปที่ 12 ความชื้นสัมพัทธ์ภายในเครื่องอบแห้ง

เมื่อ RH, TSD-S คือ ความชื้นสัมพัทธ์ภายในเครื่องอบแห้งที่มีสารดูดความชื้น RH, TSD คือ ความชื้นสัมพัทธ์ภายในเครื่องอบแห้งที่ไม่มีสารดูดความชื้น RH, amb คือ ความชื้นสัมพัทธ์อากาศแวดล้อมภายนอก

รูปที่ 12 แสดงความชื้นสัมพัทธ์ภายในเครื่องอบแห้ง จากกราฟพบว่า เครื่องอบแห้งแบบ TSD-S จะมีความชื้นสัมพัทธ์น้อยกว่าเครื่องอบแห้งแบบ TSD เนื่องจากสารดูดความชื้นในเครื่องอบแห้งแบบ TSD-S สามารถดูดความชื้นในอากาศก่อนเข้าสู่ห้องอบแห้ง ดังนั้นเครื่องอบแห้งแบบ TSD-S จึงมีความชื้นสัมพัทธ์น้อยกว่าเครื่องอบแห้งแบบ TSD

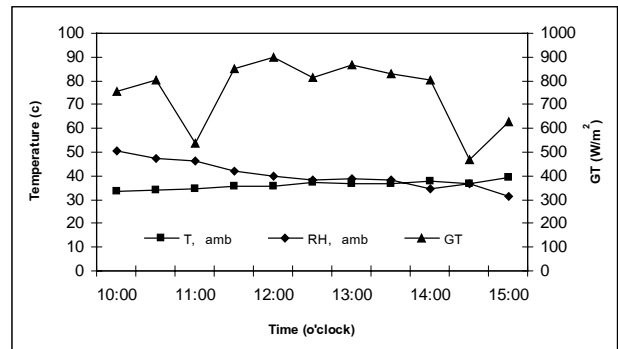


รูปที่ 13 อัตราการอบแห้งกรณีมีสารดูดความชื้นช่วย

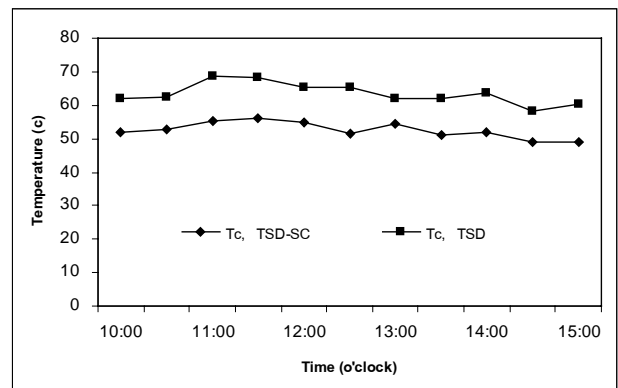
รูปที่ 13 แสดงอัตราการอบแห้ง โดยพิจารณาที่ระยะเวลาอบแห้งเท่ากับ 5 ชั่วโมง จะเห็นว่าอัตราการอบแห้งวิธี TSD-S TSD และ OS เท่ากับ 0.74 kg/h 0.72 kg/h และ 0.60 kg/h ตามลำดับ และจากรูปที่ 12 และ 13 แสดงให้เห็นว่าการใช้สารดูดความชื้นสามารถลดความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในเครื่องอบแห้ง ทำให้เครื่องอบแห้งมีอัตราการอบแห้งดีกว่าเครื่องอบแห้งที่ไม่มีสารดูดความชื้นและการตากแดดโดยตรง

4.2.2 กรณีมีสารดูดความชื้นกับปล่องความร้อน

รูปที่ 14-19 แสดงข้อมูลและผลการศึกษาคณิศาสตร์ใช้สารดูดความชื้นและปล่องความร้อน โดยเปรียบเทียบกับการตากแดดโดยตรง และเครื่องอบแห้งที่ไม่มีสารดูดความชื้นและปล่องความร้อน รูปที่ 14 แสดงสภาพอากาศในการทดลองวันที่ 9 มิถุนายน 2550 ที่มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จากกราฟจะเห็นว่าความเข้มแสงอาทิตย์โดยเฉลี่ยประมาณ 750 W/m^2 และอุณหภูมิอากาศทั่วไปเฉลี่ยประมาณ 36°C และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศแวดล้อม 40.4%



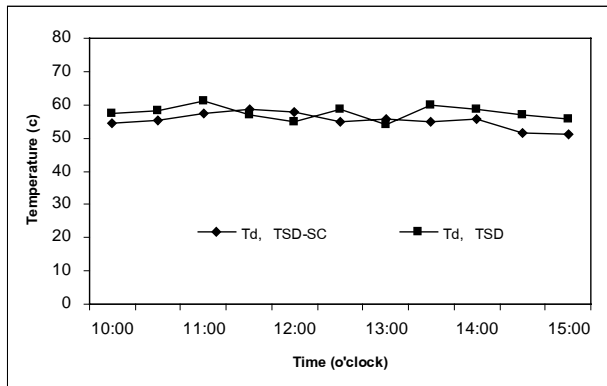
รูปที่ 14 สภาพอากาศ วันที่ 9 มิถุนายน 2550



รูปที่ 15 อุณหภูมิอากาศในส่วนรับรังสีดวงอาทิตย์ของเครื่องอบแห้ง

เมื่อ Tc, TSD-SC คือ อุณหภูมิอากาศที่ส่วนรับรังสีดวงอาทิตย์ของเครื่องอบแห้งแบบมีสารดูดความชื้นและปล่องความร้อน Tc, TSD คือ อุณหภูมิอากาศที่ส่วนรับรังสีดวงอาทิตย์ของเครื่องอบแห้งแบบไม่มีสารดูดความชื้นและปล่องความร้อน

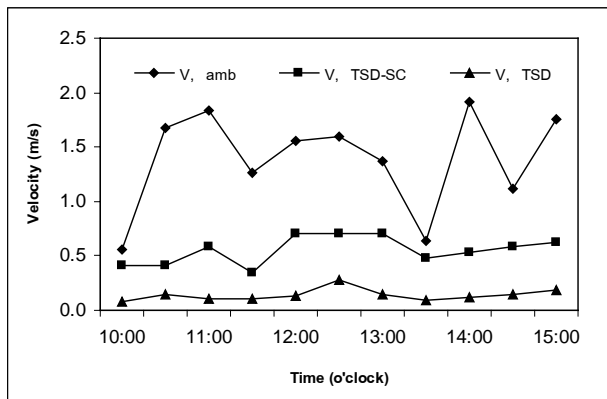
จากรูปที่ 15 พบว่าอุณหภูมิส่วนรับรังสีดวงอาทิตย์ของเครื่องอบแห้งแบบ TSD-SC เฉลี่ยประมาณ 52.5°C และอุณหภูมิส่วนรับรังสีดวงอาทิตย์ของเครื่องอบแห้งแบบ TSD เฉลี่ยประมาณ 63.4°C



รูปที่ 16 อุณหภูมิอากาศในห้องอบแห้งของเครื่องอบแห้ง

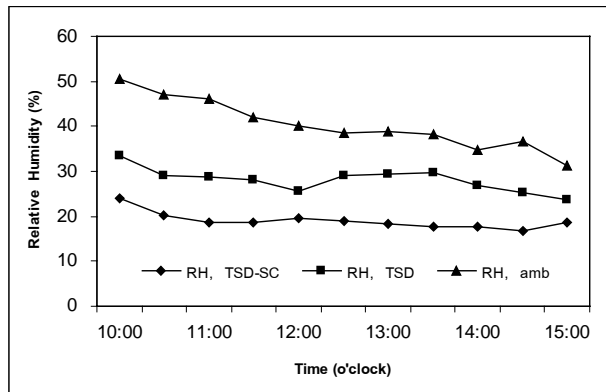
เมื่อ Td,TSD-SC คือ อุณหภูมิอากาศที่ส่วนห้องอบแห้งของเครื่องอบแห้งแบบมีสารดูดความชื้นและปล่องความร้อน และ Td,TSD คือ อุณหภูมิอากาศที่ส่วนห้องอบแห้งของเครื่องอบแห้งแบบไม่มีสารดูดความชื้นและปล่องความร้อน

จากรูปที่ 16 อุณหภูมิอากาศในส่วนห้องอบแห้งของเครื่องอบแห้งแบบ TSD-SC เฉลี่ยประมาณ 55.2 °C และอุณหภูมิส่วนห้องอบแห้งของเครื่องอบแห้งแบบ TSD เฉลี่ยประมาณ 57.5 °C สาเหตุที่ทำให้อุณหภูมิต่ำกว่าในแบบ TSD-SC มีค่าต่ำ ทั้งนี้เป็นผลจากการระบายอากาศที่ดีกว่า ซึ่งจะสังเกตเห็นได้จากข้อมูลความเร็วที่ทางออกของเครื่องอบแห้ง ซึ่งแสดงในกราฟรูปที่ 17



รูปที่ 17 ความเร็วลมที่ทางออกเครื่องอบแห้ง

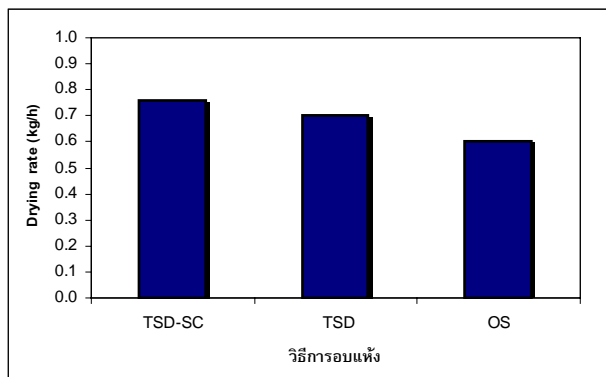
เมื่อ V, TSD-SC คือ ความเร็วลมที่ทางออกของเครื่องอบแห้งแบบมีสารดูดความชื้นและปล่องความร้อน V, TSD คือ ความเร็วลมที่ทางออกของเครื่องอบแห้งแบบไม่มีสารดูดความชื้น และปล่องความร้อน และ V, amb คือ ความเร็วลมภายนอก



รูปที่ 18 ความชื้นสัมพัทธ์ภายในเครื่องอบแห้ง

เมื่อ RH, TSD-SC คือ ความชื้นสัมพัทธ์ภายในเครื่องอบแห้งที่มีสารดูดความชื้นและปล่องความร้อน RH, TSD คือ ความชื้นสัมพัทธ์ภายในเครื่องอบแห้งที่ไม่มีสารดูดความชื้นและปล่องความร้อน RH, amb คือ ความชื้นสัมพัทธ์อากาศแวดล้อมภายนอก

รูปที่ 18 แสดงความชื้นสัมพัทธ์ภายในเครื่องอบแห้ง จากกราฟพบว่า เครื่องอบแห้งแบบ TSD-SC จะมีความชื้นสัมพัทธ์น้อยกว่าเครื่องอบแห้งแบบ TSD เนื่องจากสารดูดความชื้นในเครื่องอบแห้งแบบ TSD-SC สามารถดูดความชื้นในอากาศก่อนเข้าสู่ห้องอบแห้งและระบบยังมีการระบายอากาศที่ดีกว่า ดังนั้นเครื่องอบแห้งแบบ TSD-SC จึงมีความชื้นสัมพัทธ์น้อยกว่าเครื่องอบแห้งแบบ TSD



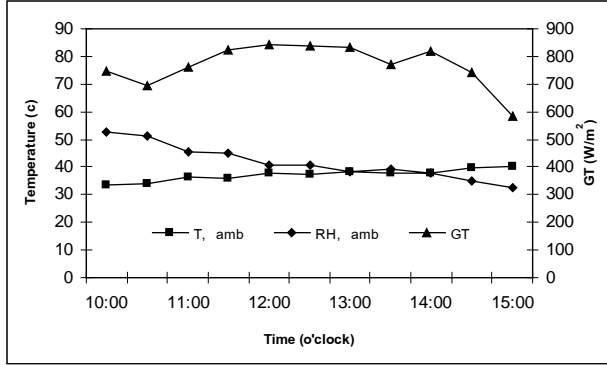
รูปที่ 19 อัตราการอบแห้งกรณีมีสารดูดความชื้นและปล่องความร้อน

รูปที่ 19 แสดงอัตราการอบแห้ง โดยพิจารณาที่ระยะเวลาอบแห้งเท่ากับ 5 ชั่วโมง จะเห็นว่าอัตราการอบแห้งวิธี TSD-SC TSD และ OS เท่ากับ 0.76 kg/h 0.70 kg/h และ 0.60 kg/h ตามลำดับ และจากรูปที่ 17 - 19 แสดงให้เห็นว่าการใช้สารดูดความชื้นและปล่องความร้อนให้กับเครื่องอบแห้ง สามารถลดความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในเครื่องอบแห้งและเพิ่มความเร็วลมภายในเครื่องอบแห้งทำให้เครื่องอบแห้งมีการไหลเวียนอากาศดีขึ้น และมีอัตราการอบแห้งดีกว่าเครื่องอบแห้งที่ไม่มีสารดูดความชื้นและปล่องความร้อน และการตากแดดโดยตรง

4.2.3 กรณีมีสารดูดความชื้นกับปล่องความร้อนและลูกหมุนดูด

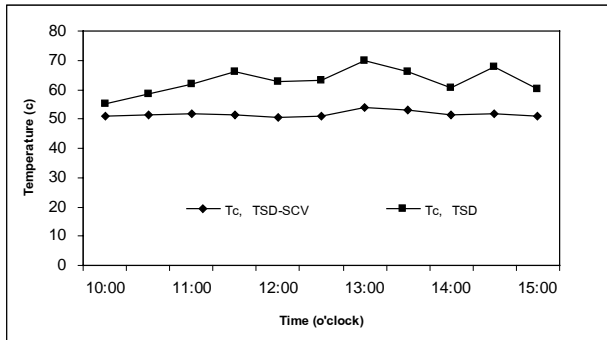
อากาศ

รูปที่ 20 - 25 แสดงข้อมูลและผลการทดลองกรณีที่ใช้สารดูดความชื้น ปล่องความร้อนและลูกหมุนดูดอากาศ โดยเปรียบเทียบกับกรณีที่ไม่ใช้ และการตากแดดโดยตรง



รูปที่ 20 สภาพอากาศวันที่ 10 มิถุนายน 2550

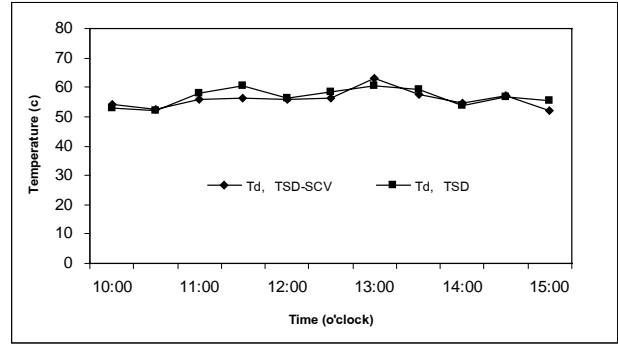
รูปที่ 20 แสดงสภาพอากาศในการทดลองวันที่ 10 มิถุนายน 2550 จากกราฟจะเห็นว่าความเข้มแสงอาทิตย์โดยเฉลี่ยประมาณ 768 w/m^2 และอุณหภูมิอากาศทั่วไปเฉลี่ยประมาณ $37.2 \text{ }^\circ\text{C}$ และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศแวดล้อม 41.6%



รูปที่ 21 อุณหภูมิอากาศส่วนรับรังสีดวงอาทิตย์ของเครื่องอบแห้ง

เมื่อ Tc, TSD-SCV คือ อุณหภูมิอากาศที่ส่วนรับรังสีดวงอาทิตย์ของเครื่องอบแห้งแบบมีสารดูดความชื้น ปล่องความร้อนและลูกหมุนดูดอากาศ และ Tc, TSD คือ อุณหภูมิอากาศที่ส่วนรับรังสีดวงอาทิตย์ของเครื่องอบแห้งแบบไม่มีสารดูดความชื้น ปล่องความร้อนและลูกหมุนดูดอากาศ

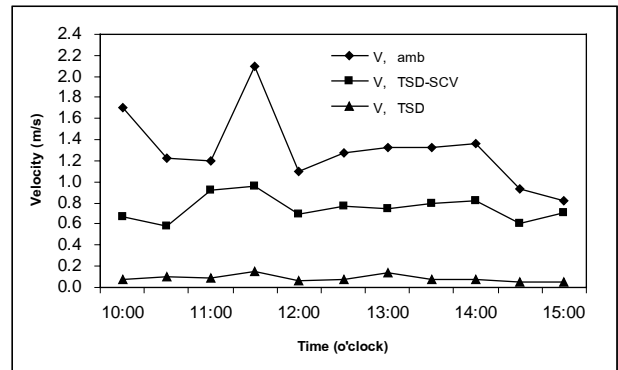
จากรูปที่ 21 จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิส่วนรับรังสีดวงอาทิตย์ของเครื่องอบแห้งแบบ TSD-SCV เฉลี่ยประมาณ $51.7 \text{ }^\circ\text{C}$ และอุณหภูมิส่วนรับรังสีดวงอาทิตย์ของเครื่องอบแห้งแบบ TSD เฉลี่ยประมาณ $62.9 \text{ }^\circ\text{C}$



รูปที่ 22 อุณหภูมิอากาศภายในห้องอบแห้ง

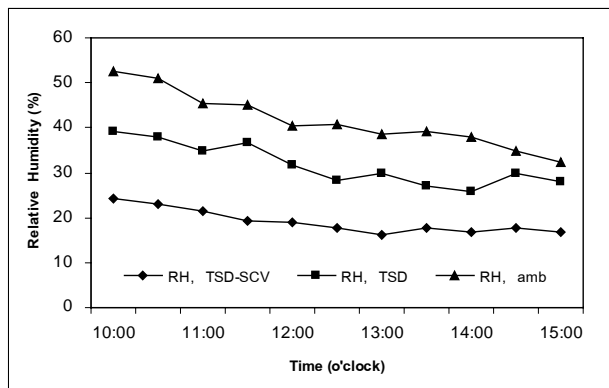
เมื่อ Td, TSD-SCV คือ อุณหภูมิอากาศที่ส่วนห้องอบแห้งของเครื่องอบแห้งที่มีสารดูดความชื้น ปล่องความร้อนและลูกหมุนดูดอากาศ Td, TSD คือ อุณหภูมิอากาศที่ส่วนห้องอบแห้งของเครื่องอบแห้งที่ไม่มีสารดูดความชื้น ปล่องความร้อนและลูกหมุนดูดอากาศ

รูปที่ 22 แสดงข้อมูลอุณหภูมิอากาศในส่วนห้องอบแห้งจากรูปพบว่าเครื่องอบแห้งแบบ TSD-SCV มีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ $55.9 \text{ }^\circ\text{C}$ และอุณหภูมิส่วนห้องอบแห้งของเครื่องอบแห้งแบบ TSD เฉลี่ยประมาณ $56.7 \text{ }^\circ\text{C}$ จากข้อมูลในกราฟรูปที่ 21 และ 22 จะเห็นว่าอุณหภูมิของเครื่อง TSD-SCV จะมีค่าต่ำกว่าเครื่อง TSD ทั้งนี้เนื่องจากการไหลเวียนอากาศของเครื่อง TSD-SCV ดีกว่าเครื่อง TSD ดังจะเห็นได้จากข้อมูลความเร็วที่แสดงในกราฟรูปที่ 23



รูปที่ 23 ความเร็วลมที่ทางออกเครื่องอบแห้ง

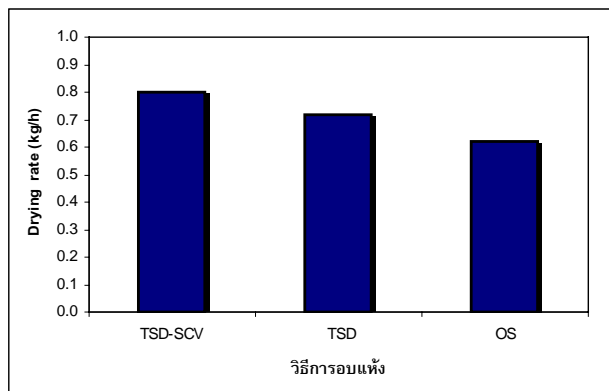
เมื่อ V, TSD-SCV คือ ความเร็วลมที่ทางออกของเครื่องอบแห้งแบบมีสารดูดความชื้น ปล่องความร้อนและลูกหมุนดูดอากาศ V, TSD คือ ความเร็วลมที่ทางออกของเครื่องอบแห้งแบบไม่มีสารดูดความชื้น ปล่องความร้อนและลูกหมุนดูดอากาศ และ V, amb คือ ความเร็วลมภายนอก



รูปที่ 24 ความชื้นสัมพัทธ์ภายในเครื่องอบแห้ง

เมื่อ RH, TSD-SCV คือ ความชื้นสัมพัทธ์ภายในเครื่องอบแห้งที่มีสารดูดความชื้น ปล่อยความร้อนและลูกหมุนดูดอากาศ RH, TSD คือ ความชื้นสัมพัทธ์ภายในเครื่องอบแห้งที่ไม่มีสารดูดความชื้นและปล่อยความร้อน RH, amb คือ ความชื้นสัมพัทธ์อากาศแวดล้อมภายนอก

รูปที่ 24 แสดงความชื้นสัมพัทธ์ภายในเครื่องอบแห้ง จากกราฟพบว่า เครื่องอบแห้งแบบ TSD-SCV จะมีความชื้นสัมพัทธ์น้อยกว่าเครื่องอบแห้งแบบ TSD เนื่องจากสารดูดความชื้นในเครื่องอบแห้งแบบ TSD-SCV สามารถดูดความชื้นในอากาศก่อนเข้าสู่ห้องอบแห้งและยังมีการระบายอากาศที่ดีกว่า ดังนั้นเครื่องอบแห้งแบบ TSD-SCV จึงมีความชื้นสัมพัทธ์น้อยกว่าเครื่องอบแห้งแบบ TSD



รูปที่ 25 การเปรียบเทียบอัตราการอบแห้ง

รูปที่ 25 แสดงอัตราการอบแห้ง โดยพิจารณาที่ระยะเวลาอบแห้งเท่ากับ 5 ชั่วโมง จะเห็นว่าอัตราการอบแห้งวิธี TSD-SCV TSD และ OS เท่ากับ 0.80 kg/h 0.72 kg/h และ 0.62 kg/h ตามลำดับ และจากรูปที่ 23 - 25 แสดงให้เห็นว่าการใช้สารดูดความชื้นปล่อยความร้อนและลูกหมุนดูดอากาศให้กับเครื่องอบแห้งสามารถลดความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในเครื่องอบแห้งและเพิ่มความเร็วมภายในเครื่องอบแห้ง ทำให้เครื่องอบแห้งมีการไหลเวียน

อากาศดีขึ้น และมีอัตราการอบแห้งดีกว่าเครื่องอบแห้งที่ไม่มีอะไรช่วยและการตากแดดโดยตรง

5. สรุป

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาเทคนิคการเพิ่มสมรรถนะเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ และทำการทดสอบการอบแห้งผ้าฝ้ายชุบน้ำใน 3 รูปแบบ คือ การตากแดดโดยตรง การอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ และการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ที่ใช้สารดูดความชื้น ปล่อยความร้อนและลูกหมุนดูดอากาศ จากการศึกษาพบว่า การอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ที่ใช้สารดูดความชื้น ปล่อยความร้อนและลูกหมุนดูดอากาศ มีอัตราการอบแห้งสูงกว่าวิธีอื่นๆ นอกจากนี้ยังพบว่า การใช้สารดูดความชื้นช่วยจะทำให้ได้อากาศที่มีความชื้นก่อนเข้าห้องอบแห้งต่ำกว่ากรณีไม่ใช้ และสามารถสรุปได้ว่า เทคนิคทั้งสามวิธี คือ การใช้สารดูดความชื้น ปล่อยความร้อนและลูกหมุนดูดอากาศ สามารถเพิ่มสมรรถนะเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ได้เป็นอย่างดี

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- [1] สมชาติ โสภณรณฤทธิ์, "การอบแห้งเมล็ดพืชและอาหารบางประเภท" สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, หน้าที่ 101, 2540 .
- [2] Ekechukwu, O.V. and Norton, B., "Review of solar – energy drying system II : an overview of solar drying technology" Energy Conversion & Management, Vol. 40, pp. 615 – 655, 1999,
- [3] Ekechukwu, O.V. "Review of solar – energy drying system I : an overview of solar drying principles and theory", Energy Conversion & Management, Vol. 40, pp. 593 – 613, 1999.
- [4] Ekechukwu, O.V. and Norton, B. "Review of solar – energy drying system III : low temperature air - heating solar collectors for crop drying applications", Energy Conversion & Management, Vol. 40, pp. 657 – 667, 1999.