

การศึกษาการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบแอคทีฟสำหรับหนังหมู Study of Active Solar Drying for Pork skin

นพธิธนนท์ พงษ์พานิช

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา 19 ม. 2 ตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา 56000

*nuttanon_po@gmail.com, 086 3804689, fax 054 466730

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงเงื่อนไขที่มีผลต่ออัตราการอบแห้งและประสิทธิภาพทางความร้อนของเครื่องอบแห้งหนังหมูพลังงานแสงอาทิตย์

ในการศึกษาจะใช้หนังหมูที่เตรียมไว้สำหรับการทำแคบหมูเป็นวัตถุดิบในการอบแห้งและอบแห้งจนกระทั่งมีความชื้นมาตรฐานเปียกสุดท้ายประมาณ 44.16 % wb โดยมีพัดลมติดตั้งในระบบเพื่อบังคับให้อากาศร้อนจากแผงรับรังสีอาทิตย์ไหลเข้าสู่ห้องอบแห้ง ในการทดลองจะปรับความเร็วอากาศที่ทางเข้าห้องอบให้มีความเร็ว 0.08 และ 0.1 เมตรต่อวินาที และมีการใช้แผงรับรังสีอาทิตย์ 2 รูปแบบคือแบบแผ่นเรียบและแบบฟันปลา จากการทดลองอบแห้งพบว่าประสิทธิภาพของแผงรับรังสีอาทิตย์ แบบฟันปลา มีค่าเฉลี่ยดีที่สุดที่ 70.32% และเมื่อหาประสิทธิภาพทางความร้อนของเครื่องอบที่ได้ออกแบบ พบว่ามีค่าประมาณ 24.55 % ที่ความเร็วลมร้อน 0.1 เมตรต่อวินาที

คำหลัก: การอบแห้ง, พลังงานแสงอาทิตย์, แผงรับรังสีอาทิตย์

Abstract

The purpose of this research is to study the drying conditions which affect to the drying rate and thermal efficiency of solar dryer for Pork skin. In this research, two types of solar collector such as Flat plate solar collector and Serrated solar collector were used. The pork skin which is the main raw material for making pork cracking was dried continuously in the fixed bed solar dryer until its moisture content reduced to approximately 44.16%. During the drying process, the ambient air is forced from outside of the dryer to pass through the solar collector, the drying chamber and over the drying trays respectively by fans. The drying experiments were carried out by varying air velocity between 0.08 m/s and 0.1 m/s. The experiments showed that the Serrated solar collector with air velocity 0.1 m/s provides the best solar collector efficiency which is about 70.32%. In this condition, the dryer thermal efficiency was 24.55%.

Keywords: drying, solar energy, solar collector

1. บทนำ

แคบหมูเป็นอาหารสำเร็จรูปชนิดหนึ่ง โดยทำจากหนังหมูผ่านการทำให้พองตัวโดยการทอดในน้ำมัน ในการบริโภคแคบหมูทำได้หลายรูปแบบนิยมบริโภคในพื้นที่ภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือในรูปแบบของอาหารคาวโดยตรง ใช้เป็นเครื่องจิ้มกับน้ำพริกชนิดต่าง ๆ หรือรับประทานร่วมกับขนมจีนน้ำเงี้ยว ซึ่งเป็นอาหารท้องถิ่นของชาวไทยภาคเหนือ โดยในขั้นตอนหนึ่งที่สำคัญและใช้เวลานานที่สุดในกระบวนการทำแคบหมู คือการนำหนังหมูที่ผ่านการต้มให้สุกแล้วมาผึ่งแดดให้แห้งเพื่อให้ผิวหนังของหนังหมูแข็งตัวอย่างพอเหมาะ ซึ่งจะมีผลต่อความกรอบของแคบหมู โดยการทำให้แห้งมี 2 วิธี คือการอบโดยใช้แก๊ส LPG ที่อุณหภูมิประมาณ 60-70 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 8 ชั่วโมง หรือตากแดด ถ้าแดดจัดประมาณ 2 วันหนังหมูจะแห้งสามารถนำไปใช้ในกระบวนการเคี้ยวและทอดต่อไป สำหรับการอบแห้งโดยใช้ความร้อนจากแก๊ส LPG สามารถอบได้เร็วและใช้งานได้ในทุกสภาวะอากาศ แต่จากการใช้งานจริงพบว่าคุณภาพในการพองตัวของแคบหมูที่ได้ไม่ดีเมื่อเทียบกับการตากแดด แต่ในขณะเดียวกันการตากแดดแม้จะมีข้อดีเชิงคุณภาพเมื่อนำไปทอดเป็นแคบหมู แต่ก็ยังมีข้อจำกัดที่เกิดจากสภาพแวดล้อมไม่เอื้ออำนวยทำให้ไม่สามารถใช้งานได้ตลอดเวลา รวมถึงการปนเปื้อนจากฝุ่นละอองหรือมลพิษทางอากาศที่เกิดจากการเผาป่าในบางช่วงของปีเพื่อให้เกิดการผลิตแคบหมูที่มีคุณภาพรวมถึงการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นการศึกษาการอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์จึงเป็นรูปแบบที่น่าสนใจ โดยเฉพาะการอบแห้งแบบแอคทีฟ

สำหรับการอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับผลิตภัณฑ์อาหารชนิดต่าง ๆ ที่น่าสนใจ

ไพฑูรย์ รูปบูชาและคณะ [1] ได้ศึกษาและสร้างตู้อบลั้วยชนิดขดลวดความร้อน พบว่าใช้อุณหภูมิอบที่ 90 องศาเซลเซียส เวลาอบ 10 ชั่วโมง เป็นการทำงานที่เหมาะสมทำให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้า 7.0 กิโลวัตต์ชั่วโมง แต่การทดสอบไม่ได้มีการระบุถึงค่าความชื้นมาตรฐานแห้งสุดท้ายและคุณภาพสุดท้ายของกล้วยหลังอบ

มีการศึกษาการอบแห้งโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ด้วยแผงรับรังสีความร้อนแบบแผ่นเรียบ ของ ธรรมรัตน์ กังรวมบุตร และคณะ [2] โดยเป็นการอบแห้งกุ้ง โดยเป้าหมายในการอบที่ 20 %db พบว่าสามารถอบแห้งกุ้งได้เร็วขึ้นจากปกติต้องใช้เวลา 2 วัน จะสามารถอบให้แห้ง

ได้โดยใช้เวลาที่ดียิ่งที่สุด 8 ชั่วโมง ทั้งนี้ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อระยะเวลาการอบได้แก่ อุณหภูมิอากาศและความชื้นของของรังสีอาทิตย์

ธีระเดช ใหญ่บก และคณะ [3] ศึกษาการอบแห้งปลาด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานร่วมแสงอาทิตย์-ไฟฟ้า เพื่อต้องการพัฒนาระบบการผลิตปลาแห้งอนามัยภายใต้สภาพภูมิอากาศทางภาคใต้ของประเทศไทย โดยออกแบบเครื่องอบแห้งที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์พลังงานหลักและพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานเสริม ประกอบด้วยตู้อบลั้วยชนิดโปร่งแสง แผงรับรังสีอาทิตย์มีขนาด 4.08 m² ขดลวดไฟฟ้าสำหรับทำความร้อนขนาด 800 W จำนวน 2 ชุด มีความจุของปลาที่ใช้อบได้ 50 กิโลกรัมทดลองอบแห้งปลา 2 ชนิด คือ ปลาช่อนและปลาดุก โดยให้อุณหภูมิในห้องอบแห้ง 40, 50 และ 60 °C

มีการศึกษาสมรรถนะของตัวเก็บรังสีอาทิตย์แผ่นราบแบบร่องรูปตัววี สำหรับเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ โดย ธีระศักดิ์ หุตากร [4] ซึ่งเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ประกอบด้วย ห้องอบแห้งขนาด 1x1x0.7 ลูกบาศก์เมตร ตัวเก็บรังสีอาทิตย์แผ่นราบขนาด 3x1 ตารางเมตร ซึ่งมีลักษณะเป็นร่องรูปตัววี โดยข้อดีการไหลของอากาศเท่ากับ 0.04 กิโลกรัมต่อวินาที ผลผลิตที่ใช้ในการอบแห้ง คือ มะเขือเทศราชินีแช่แข็ง โดยมีความชื้นเริ่มต้น 91 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก ทำการอบแห้งครั้งละ 5 กิโลกรัม จำนวน 4 ฤดูละ 1.25 กิโลกรัม จนกระทั่งเหลือความชื้นสุดท้ายเท่ากับ 40.30 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก จากการทดลองพบว่าในช่วงเวลา 9.00 - 17.00 น. ของวันที่มีท้องฟ้าแจ่มใส อุณหภูมิภายในห้องอบแห้งเฉลี่ยทั้งวันอยู่ที่ 47.0 °C และมีอุณหภูมิสูงสุดที่ 54.10 °C โดยมีประสิทธิภาพของ ตัวเก็บรังสีอาทิตย์สูงสุดที่ 56.23 % และมีประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สูงสุดเท่ากับ 16.90 % เครื่องอบแห้งนี้สามารถอบมะเขือเทศราชินีแช่แข็งในเวลา 24 ชั่วโมง ในขณะที่ตากแดดตามธรรมชาติใช้เวลาถึง 48 ชั่วโมง

งานวิจัยจะทำการศึกษาและออกแบบเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ตลอดจนถึงปัจจัยที่มีผลกระทบกับประสิทธิภาพของการอบแห้งหนังหมู โดยเฉพาะการอบแห้งระบบแอคทีฟ (Active) ซึ่งจะต้องมีพัดลมช่วยให้อากาศไหลเวียนในทิศทางที่ต้องการ เพื่อพาความชื้นออกจากหนังหมู รวมถึงการศึกษารูปแบบต่าง ๆ ของแผ่นรับ

รังสีความร้อนที่มีผลต่อความแห้งของหนังหมูและเลือกใช้แผงรับรังสีความร้อนสำหรับการทดสอบจะทำจากแผ่นอลูมิเนียม ซึ่งมีค่าการนำความร้อนประมาณ 56% เมื่อเปรียบเทียบกับทองแผ่นทองแดง โดยพิจารณาจากค่าความชื้นมาตรฐานเปียก (Wet Basis) ของหนังหมูตามมาตรฐานการทำแคบหมูของโรงงานอัจฉราแคบหมู



รูปที่ 2 ลักษณะเครื่องอบแห้งหนังหมูด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

2. วัสดุอุปกรณ์และวิธีการศึกษา

2.1 วัสดุที่ใช้ในการทดสอบ

ใช้หนังหมูเป็นวัสดุในการอบแห้ง โดยเตรียมการก่อนอบแห้งโดยนำหนังหมูมาต้มจนสุกและเอามันออกจากนั้นหั่นหนังหมูให้มีขนาด 1x5 เซนติเมตร ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในกระบวนการผลิตของแคบหมูในปัจจุบัน โดยต้องอบแห้งชิ้นงานดังกล่าวให้มีความชื้นมาตรฐานเปียกสุดท้ายประมาณ 44.16 %wb โดยลักษณะของหนังหมูดังกล่าวแสดงได้ตามรูปที่ 1

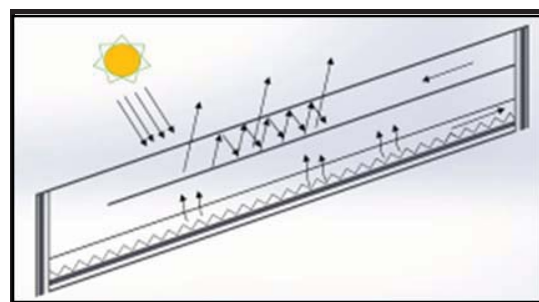


รูปที่ 1 การเตรียมหนังหมูสำหรับการอบแห้ง.

2.2 ห้องอบแห้งสำหรับการทดสอบ

ในการทดสอบอบแห้งหนังหมูในตู้อบที่ใช้พลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ มีอุปกรณ์หลักดังต่อไปนี้

- (1) ห้องอบแห้ง ทำด้วยสังกะสีแผ่นเรียบหุ้มด้วยฉนวนชนิด Close cell foam ขนาด กว้าง 1.07 เมตร ยาว 1.52 เมตร สูง 0.70 เมตร ข้างในประกอบด้วยถาดวางสำหรับตากหนังหมู 1 ถาด
- (2) แผงกระจกด้านบนติดตั้ง 2 ชั้น โดยกระจกหนา 5 มิลลิเมตร วางห่างกัน 15 เซนติเมตร
- (3) แผงรับรังสีรังสีอาทิตย์ ทำด้วยอลูมิเนียมแผ่นพ่นสีดำ โดยรูปแบบของแผงรับรังสีรังสีอาทิตย์ มี 2 รูปแบบ คือ แผงรับรังสีแบบแผ่นเรียบและแผงรับรังสีแบบพื้นปลา
- (4) พัฒนาระบายอากาศแบบติดกับผนังชุดละ 5 วัตต์จำนวน 5 ชุด



รูปที่ 3 รูปแบบของแผงรับรังสีรังสีอาทิตย์และทิศทางของลมร้อนที่เข้าห้องอบ

เครื่องอบแห้งนี้มีส่วนประกอบหลัก ดังแสดงในรูปที่ 2 และ 3 ในการทำงาน อากาศถูกบังคับให้ไหลโดยพัดลมเข้าพื้นที่ส่วนบน บนห้องกระจกร้อน ทำให้อากาศมีอุณหภูมิสูงขึ้น หลังจากนั้นลมร้อนดังกล่าวจะผ่านแผงรับรังสีอาทิตย์ซึ่งเป็นพื้นที่ห้องอบมีหนังหมูอยู่ภายใน โดยการออกแบบทำให้สามารถควบคุมความเร็วของลมร้อนได้โดยการเพิ่มและลดจำนวนพัดลมที่บริเวณทางเข้าของห้องอบ



รูปที่ 4 พัฒนาระบายอากาศสำหรับการบังคับทิศทางของลมร้อน

2.3 การทดสอบและเก็บข้อมูลการอบแห้ง

1) การทดสอบการอบแห้งหนังหมู

ทดสอบโดยอบแห้งหนังหมู ที่มีความชื้นมาตรฐาน เปียกตั้งต้นประมาณ 100 %wb อบแห้งจนกระทั่งได้หนังหมูมีความชื้นมาตรฐานเปียกสุดท้ายประมาณ 44.16 %wb โดยในการอบแห้งจะควบคุมความเร็วอากาศที่ผ่านเข้าห้องอบ 0.08 และ 0.1 เมตรต่อวินาที โดยการทดสอบจะทดสอบพร้อมกับแผงรับรังสีความร้อน ทั้ง 2 รูปแบบ คือ แผงรับรังสีแบบแผ่นเรียบและแผงรับรังสีแบบฟันปลา



รูปที่ 4 การทดลองอบแห้งหนังหมู

2) การวัดและเก็บผลการทดลอง

ทดสอบการอบแห้งโดยจะเริ่มอบแห้งตั้งแต่วันที่ 9.00 น. ไปจนกระทั่งได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความชื้นตามต้องการ และบันทึกคุณสมบัติและบันทึกผลทุก ๆ ชั่วโมงตลอดการทดลอง ข้อมูลที่รวบรวมได้แก่

- อุณหภูมิอากาศโดยใช้เทอร์โมคัปเปิล ชนิด K บันทึกผลโดยใช้ Data logger บันทึกการอุณหภูมิภายในห้องอบทุก 15 นาที โดยตำแหน่งของการวัดอุณหภูมิแสดงได้ตามรูปที่ 5 ได้แก่ ตำแหน่งที่ 1 เป็นตำแหน่งที่ผิวกระเจกชั้นที่ 1 ตำแหน่งที่ 2 เป็นผิวกระเจกชั้นที่ 2 ตำแหน่งที่ 3 เป็นการวัดอุณหภูมิที่ผิวของแผงรับรังสีอาทิตย์
- ความเร็วอากาศที่ทางออกของห้องอบโดยใช้เครื่องมือวัดความเร็วอากาศ Digicon DA-40
- มวลของหนังหมูที่ลดลงทุกชั่วโมงจนกระทั่งสิ้นสุดการอบแห้งโดยการชั่งน้ำหนักขึ้นทดสอบตามช่วงเวลา โดยจะนำชิ้นหนังหมูมาชั่งแล้วทั้งชิ้นตัวอย่างนั้นไป



รูปที่ 5 ตำแหน่งการวัดอุณหภูมิของเครื่องอบแห้ง

3. การคำนวณและวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 การหาประสิทธิภาพแผงรับรังสีอาทิตย์และประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องอบแห้ง

เริ่มจากต้องกำหนดปริมาณน้ำในผลิตภัณฑ์จะอ้างอิงเทียบกับมวลแห้งของผลิตภัณฑ์ซึ่งเรียกสัดส่วนระหว่างมวลน้ำในผลิตภัณฑ์ต่อมวลก่อนอบแห้งของผลิตภัณฑ์นี้ว่า ความชื้นมาตรฐานเปียกของผลิตภัณฑ์ (Moisture content wet basis, M_w) ดังสมการที่ (1)

$$M_w = \left[\frac{(w-d)}{w} \right] \times 100 \quad (1)$$

M_w คือ ความชื้นมาตรฐานเปียก
 w คือ น้ำหนักเริ่มต้นของผลิตภัณฑ์
 d คือ น้ำหนักเริ่มต้นของผลิตภัณฑ์

โดยพลังงานที่ใช้ในการอบแห้งเป็นพลังงานแสงอาทิตย์ที่ได้จากแผงรับรังสีอาทิตย์ การประเมินความสามารถในการเก็บพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ทำได้โดยการคำนวณประสิทธิภาพของแผงรับรังสีอาทิตย์ (Solar collector efficiency, η_c) ซึ่งเป็นอัตราส่วนของปริมาณความร้อนที่ทำให้อากาศที่ไหลผ่านแผงรับรังสีอาทิตย์มีอุณหภูมิสูงขึ้นต่อปริมาณรังสีอาทิตย์ที่แผงรับรังสีอาทิตย์ได้รับ ตามมาตรฐาน ASHRAE 93-1986 (RA91) [6] สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$\eta_c = \frac{m_a C_p (T_{a,o} - T_{a,i})}{G A_c} \quad (2)$$

$\dot{m}_a$ คืออัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ (kg/s)
 C_p คือค่าความร้อนจำเพาะของอากาศ ($\text{kJ/kg}^\circ\text{C}$)

$T_{a,i}$ คืออุณหภูมิอากาศที่ไหลเข้าแผงรับรังสีอาทิตย์ ($^{\circ}\text{C}$)

$T_{a,o}$ คืออุณหภูมิอากาศที่ไหลออกจากแผงรับรังสีอาทิตย์ ($^{\circ}\text{C}$)

G คือค่าความเข้มรังสีอาทิตย์, (W/m^2)

A_c คือพื้นที่รับแสงของแผงรับรังสีดวงอาทิตย์, (m^2)

ในการศึกษาการอบแห้ง การหาค่าประสิทธิภาพทางความร้อนของเครื่องอบแห้ง (Dryer efficiency, η_d) สามารถคำนวณได้จากสัดส่วนของปริมาณความร้อนที่ใช้ในการระเหยน้ำออกจากผลิตภัณฑ์ต่อปริมาณพลังงานความร้อนที่ใช้ในการอบแห้ง ดังแสดงในสมการที่ (3)

$$\eta_d = \frac{m_w \cdot h_{fg}}{Q_E + (Q_s)} \quad (3)$$

m_w คือมวลน้ำที่ระเหยออกจากผลิตภัณฑ์ (kg)

h_{fg} คือปริมาณความร้อนแฝงของการระเหยต่อหน่วยมวล (kJ/kg)

Q_s คือพลังงานแสงอาทิตย์ที่ใช้ในการอบแห้ง (Kwh)

Q_E คือพลังงานไฟฟ้าที่ใช้สำหรับพัดลม (Kwh)

3.2 ผลการทดสอบและการวิเคราะห์ข้อมูล

1) การหาสมรรถนะของแผงรับรังสีอาทิตย์ที่ใช้ในเครื่องอบแห้ง

สำหรับงานวิจัยนี้ เลือกออกแบบให้เครื่องอบแห้งใช้กระจก 2 ชั้น เพื่อทำให้ผิวของกระจกและแผงรับรังสีอาทิตย์มีอุณหภูมิสูง จากตารางที่ 1 แสดงอุณหภูมิของผิวกระจกชั้นที่ 1 ชั้นที่ 2 และอุณหภูมิผิวของแผงรับรังสีอาทิตย์ซึ่งเลือกใช้แบบแผ่นเรียบเป็นชุดทดสอบต้นแบบโดยการแสดงผลของตารางที่ 1 เป็นผลของการเก็บข้อมูลในช่วงที่มีค่าความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์เฉลี่ยสูงสุดในแต่ละวัน

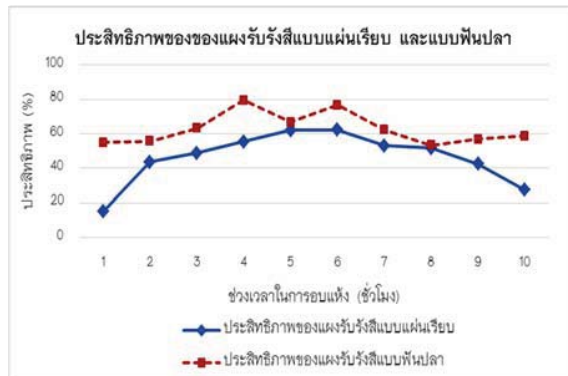
ตารางที่ 1 อุณหภูมิที่ผิวกระจกและแผงรับรังสีอาทิตย์

เวลา	อุณหภูมิ ผิวกระจก ชั้นที่ 1	อุณหภูมิ ผิวกระจก ชั้นที่ 2	อุณหภูมิ แผงรับรังสี อาทิตย์
10.00 น.	43.15	48.42	55.23
11.00 น.	60.58	69.93	76.05
12.00 น.	68.32	85.07	87.33
13.00 น.	69.28	86.36	87.01
14.00 น.	71.22	86.68	87.36
15.00 น.	64.77	79.27	79.73

จากการใช้กระจก 2 ชั้น พบว่าผิวกระจกชั้นที่ 2 มีอุณหภูมิสูงกว่าในชั้นแรกและอุณหภูมิของแผงรับรังสีอาทิตย์มีอุณหภูมิที่สูงที่สุด โดยปรากฏการณ์ดังกล่าวเป็นผลจากการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ผ่านกระจกแล้วทำให้กระจกอุ่นขึ้นและความร้อนส่วนหนึ่งจะไม่สูญเสียโดยจะถูกกักไว้ระหว่างชั้นของกระจกชั้นที่ 1 และชั้นที่ 2 ซึ่งเป็นปรากฏการณ์เรือนกระจกทั่วไป โดยเฉพาะในช่วงตั้งแต่เวลา 10.00 – 13.00 น. ค่าความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์มีการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนมีถึงค่าสูงสุดในแต่ละวัน การใช้กระจก 2 ชั้นจะมีประโยชน์สำหรับการเพิ่มอุณหภูมิของห้องอบแห้งให้สูงมากขึ้นมากกว่าการใช้กระจกชั้นเดียว เนื่องจากอุณหภูมิของลมร้อนและผลของการแผ่รังสีความร้อนจากอุณหภูมิของผิวกระจกและแผงรับรังสีอาทิตย์ที่สูงขึ้น อย่างไรก็ตามหลังจากเวลา 15.00 น.ไปแล้วพบว่าอุณหภูมิของผิวกระจกชั้นที่ 2 และแผงรับรังสีแสงอาทิตย์มีค่าไม่ต่างกัน ผลของการใช้กระจก 2 ชั้นจึงไม่มีความแตกต่างในด้านของการใช้งานเครื่องอบแห้ง

หลังจากนั้นจะทำการทดสอบการใช้งานการอบแห้งของแผงรับรังสีอาทิตย์ทั้ง 2 ชนิดเพื่อประเมินความสามารถในการเก็บพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ โดยแสดงได้จากค่าประสิทธิภาพของแผงรับรังสีอาทิตย์ (Solar collector efficiency) เพื่อที่จะเลือกชนิดของแผ่นสำหรับที่จะใช้ในการทดสอบหลักของการอบแห้ง โดยประเมินความสามารถใช้แผงรับรังสีแบบแผ่นเรียบและพื้นปลาที่ความเร็วของลมร้อนที่ผ่านบริเวณห้องอบแห้งต่างกันที่ 0.08 เมตรต่อวินาที และ 0.1 เมตรต่อวินาที ได้ผลการทดสอบดังรูปที่ 5 และ รูปที่ 6

ในการทดสอบนี้จะทดสอบโดยไม่ผลิตผลเป็นเครื่องอบและเดินเครื่องอบแห้งเพื่อให้เกิดการระบายลมร้อนที่อัตราการไหลของลมร้อนตามที่กำหนดเพื่อทดสอบเฉพาะผลของแผงรับรังสีอาทิตย์เพียงอย่างเดียวและเลือกวันที่ค่าความเข้มของรังสีอาทิตย์เฉลี่ยใกล้เคียงกันเป็นข้อมูลเปรียบเทียบ โดยช่วงเวลาการอบแห้งจะแบ่งเป็น 9 ชั่วโมงในแต่ละวันเริ่มตั้งแต่ 08.30 – 17.30 น.



รูปที่ 6 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแผงรับรังสีอาทิตย์ที่ความเร็วลม 0.08 เมตร/วินาที



รูปที่ 7 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแผงรับรังสีอาทิตย์ที่ความเร็วลม 0.1 เมตร/วินาที

โดยแนวโน้มประสิทธิภาพของแผงรับรังสีอาทิตย์ที่ใช้กับเครื่องอบแห้งจะขึ้นอยู่กับความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์ในช่วงระยะเวลาต่าง ๆ ในรอบวันโดยความเข้มของรังสีอาทิตย์ที่สูงจะทำให้ประสิทธิภาพของแผงรับรังสีอาทิตย์สูงขึ้นไปด้วย พบว่าประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้งที่ใช้แผงรับรังสีอาทิตย์แบบพื้นปลา มีประสิทธิภาพดีที่สุดสำหรับนำมาใช้ในเครื่องอบแห้งที่พัฒนา สามารถสรุปเป็นค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพของแผงรับรังสีที่ทดสอบได้ตามตารางที่ 2

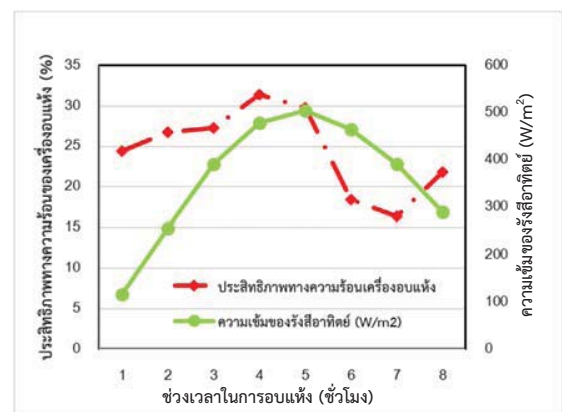
ตารางที่ 2 ประสิทธิภาพโดยเฉลี่ยของแผงรับรังสีอาทิตย์

ชนิดแผงรับรังสี อาทิตย์	ความเร็วลมร้อนที่ผ่าน ห้องอบ	
	0.08 เมตร ต่อวินาที	0.1 เมตร ต่อวินาที
แบบแผ่นเรียบ	51.85%	64.17%
แบบพื้นปลา	60.44%	70.32%

จากผลของการทดสอบประสิทธิภาพของแผงรับรังสีอาทิตย์พบว่า แผงรับแบบพื้นปลาสามารถเก็บค่าพลังงานแสงอาทิตย์ได้ดีกว่าแบบแผ่นเรียบ

2) ค่าประสิทธิภาพทางความร้อนของเครื่องอบแห้ง (Dryer efficiency)

การหาค่าประสิทธิภาพทางความร้อนของเครื่องอบแห้ง ในงานวิจัยนี้ได้จากการทดสอบการอบแห้งชิ้นงานนั้นคือหนัสน้ำที่จะเอาไปทำแคหมู ซึ่งกำหนดให้มีการอบแห้งหนัสน้ำที่ 10 กิโลกรัมสำหรับแผงรับรังสีชนิดพื้นปลาและความเร็วของลมร้อนที่ผ่านหนัสน้ำ 0.1 เมตร/วินาที จากการทดสอบพบว่าประสิทธิภาพทางความร้อนของเครื่องอบแห้งที่พัฒนามีค่าเฉลี่ยที่ 24.55% แสดงความสัมพันธ์ของเครื่องอบแห้งกับความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์แต่ละช่วงเวลาในการอบแห้งได้ตามรูปที่ 8



รูปที่ 8 ความสัมพันธ์ของประสิทธิภาพทางความร้อนและค่าความเข้มของรังสีอาทิตย์ของเครื่องอบแห้ง

ผลจากการทดสอบการอบแห้งหนัสน้ำเพื่อให้ได้ตามความชื้นมาตรฐานที่กำหนดจะใช้เวลาเพียง 6.25 ชั่วโมง ที่ความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์ในวันที่ทดสอบเฉลี่ย 444.45 w/m² โดยเวลาทั้งหมดในการอบแห้ง 8 ชั่วโมง

4. สรุปผลการทดสอบ

จากการทดสอบการอบแห้งหนัสน้ำด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีความชื้นมาตรฐานเปียกสุดท้าย 44.16 %wb เมื่อพิจารณาผลของประสิทธิภาพของแผงรับรังสีอาทิตย์ ทำให้เลือกใช้แผงรับรังสีแสงอาทิตย์แบบพื้นปลาที่ความเร็วลมร้อนภายในเครื่องอบแห้งเฉลี่ยที่ 0.1 m/s จากการทดสอบพบว่าค่าประสิทธิภาพทางความร้อนของเครื่องอบแห้งมีค่าเฉลี่ยที่ 24.55% โดยที่ประสิทธิภาพของแผงรับรังสีอาทิตย์ของ

เครื่องอบแห้งขณะอบแห้งหนึ่งหมจะมีค่าเฉลี่ยที่ 66.64 % ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยเมื่อไม่มีหนึ่งหมที่ 70.32 % ซึ่งเป็นผลมาจากอุณหภูมิเฉลี่ยในเครื่องอบขณะอบแห้งหนึ่งหมมีค่าต่ำกว่าซึ่งเกิดจากการระเหยของน้ำที่อยู่ภายในหนึ่งหม นอกจากนี้สามารถสรุปผลของการทดสอบได้ดังนี้

(1) ที่ความเร็วลมเท่ากัน แผงรับรังสีอาทิตย์แบบพื้นปลามีประสิทธิภาพของแผงสูงกว่าแบบแผ่นเรียบประมาณ 6 - 12% เนื่องจากพื้นที่รับแสงอาทิตย์มีมากกว่าเท่าตัวทั้งนี้ปริมาณดังกล่าวขึ้นอยู่กับค่าเฉลี่ยของความเข้มรังสีอาทิตย์ในวันที่ทดสอบ อย่างไรก็ตามการเพิ่มพื้นที่ของแผงรับรังสีจะทำให้ต้นทุนการสร้างเครื่องอบสูงขึ้นด้วยเนื่องจากต้องใช้วัสดุเพิ่มขึ้นด้วย เมื่อพิจารณาจากชุดทดสอบต้นแบบพบว่าต้นทุนของแผงรับรังสีอาทิตย์แบบแผ่นเรียบจะมีสัดส่วนที่ 12.86% ของการสร้างเครื่องอบและเมื่อใช้แผงรับรังสีอาทิตย์แบบพื้นปลาจะทำให้สัดส่วนของต้นทุนแผ่นเป็น 22.85% ทั้งนี้สัดส่วนดังกล่าวอาจจะลดลงได้จากการเมื่อมีการใช้งานเครื่องอบแห้งที่มีขนาดใหญ่กว่าชุดทดสอบ

(2) ในการทดสอบที่ความเร็วลมร้อนภายในห้องอบเพิ่มขึ้นประมาณ 20% ทำให้ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องอบสูงขึ้นประมาณ 10-15% จากการระเหยของน้ำที่อยู่ในหนึ่งหมที่เป็นผลจากการพาความร้อน ทั้งนี้ช่วงที่แตกต่างกันมาก - น้อย ขึ้นอยู่กับค่าเฉลี่ยความเข้มรังสีแสงอาทิตย์ที่แตกต่างกันในแต่ละวัน

(3) เมื่อทดสอบอบหนึ่งหมเต็มพื้นที่ของเครื่องอบแห้ง พบว่าประสิทธิภาพทางความร้อนของเครื่องอบแห้งมีค่าเฉลี่ยที่ 24.55% โดยแนวโน้มของประสิทธิภาพเชิงความร้อนที่เกิดขึ้นแปรผันตรงกับค่าความเข้มของรังสีอาทิตย์ในช่วงเวลาต่าง ๆ ในรอบวัน

(4) จากการตรวจสอบคุณภาพหนึ่งหมเมื่อผ่านการอบแห้ง พบว่ามีคุณภาพไม่ต่างจากการอบแห้งจากการตากแดด พบว่าข้อได้เปรียบของเครื่องอบแห้งที่พัฒนาคือสามารถอบแห้งได้เร็วกว่าเกือบ 2 เท่า จากการทดสอบการอบแห้งหนึ่งหมที่ใช้เวลาน้อยสุดจะเกิดที่ความเร็วลมร้อนที่ผ่านผลิตภัณฑ์ที่ 0.1 เมตรต่อวินาทีของแผงรับรังสีแบบพื้นปลา

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถานประกอบการ โรงงานอัจฉราแคบหมูที่ได้เอื้อเฟื้ออำนวยความสะดวกในการรวบรวมและการเก็บ

ข้อมูลในการศึกษาการทำแคบหมูและวิทยาลัยพลังงานและสิ่งแวดล้อม สำหรับข้อมูลค่าความเข้มแสงในช่วงระยะเวลาที่ทำการทดสอบ นายกิตติโรจน์ บุญเกิด นายชัยพร งามสง่า นายประกิต จัดของและนายวิจิตชัย กิตติวรรณ ร่วมดำเนินงานวิจัยและเก็บข้อมูล

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] ไพฑูรย์ ฐปบุชา และคณะ, การออกแบบสร้างตู้อบกล้วย คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์, 2550
- [2] ธรรมรัตน์ กังรวมบุตร และคณะ, อุปกรณ์อบกล้วยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา, 2549
- [3] อีรเดช ใหญ่บัก และคณะ, การพัฒนาระบบการอบแห้งปลาด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานร่วมแสงอาทิตย์-ไฟฟ้า ภายใต้สภาพภูมิอากาศภาคใต้ของประเทศไทย, วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ, ปีที่ 12 ฉบับที่ 3 ตุลาคม - มกราคม 2553; หน้า 109 ถึง 118
- [4] อีรศักดิ์ หุตากร, การศึกษาสมรรถนะของตัวเก็บรังสีอาทิตย์แผ่นราบแบบร่องรูปตัววี สำหรับเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์, ใน; เอกสารการประชุมวิชาการเครื่องช่วยวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 23 จังหวัดเชียงใหม่ 2552
- [5] Frank P. Incropera, David P. Dewitt, Theodore L. Bergman and Andrienne S. Lavine: Fundamentals of Heat Transfer sixth edition. John Wiley & Son; 2007. p.899.
- [6] ASHRAE Standard, Methods of Testing to Determine the Thermal Performance of Solar Collectors, ISSN 1041-2336: ANSI/ASHRAE 93-1986 (RA91).