

เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดพาความร้อนแบบธรรมชาติ และชนิดพาความร้อนแบบบังคับ

Natural Convection and Forced Convection Solar Dryers

อนิรุทธิ์ ต่ายขาว¹ และ สมบัติ กัทกรัพย์²



บทคัดย่อ

บทความนี้มุ่งเปรียบเทียบหลักการทำงานของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดพาความร้อนแบบธรรมชาติและชนิดพาความร้อนแบบบังคับ หลักการทำงานของเครื่องอบแห้งชนิดพาความร้อนแบบธรรมชาติคือ อากาศภายในเครื่องอบแห้งเมื่อได้รับความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์แล้ว จะมีความชื้นสัมพัทธ์และมีความหนาแน่นลดลง และลอยตัวขึ้นสูงผ่านชั้นวางผลิตภัณฑ์ที่ต้องการอบแห้ง อากาศร้อนนี้จะพาความชื้นออกจากผลิตภัณฑ์แล้วไหลออกจากเครื่องอบแห้งไปสู่อากาศแวดล้อม ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 650.5 W/m^2 และอุณหภูมิอากาศแวดล้อม 32.3°C จะมีอุณหภูมิเฉลี่ยภายในเครื่องแห้ง $30-40^\circ\text{C}$ และความเร็วลม 0.45 m/s ส่วนชนิดพาความร้อนแบบบังคับเป็นเครื่องอบแห้งที่ใช้พัดลมช่วยในการพาความร้อนภายในเครื่องอบแห้ง เครื่องอบแห้งชนิดนี้มักมีแผงรับรังสีแยกออกจากตัวเครื่องและมีการหุ้มฉนวนที่ตัวเครื่องเพื่อป้องกันการสูญเสียความร้อนด้วยที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 650.5 W/m^2 และอุณหภูมิอากาศแวดล้อม 32.3°C อุณหภูมิเฉลี่ยภายในเครื่องแห้งจะอยู่ในช่วง $45-65^\circ\text{C}$ ที่ อัตราเร็วลม $0.56-0.94 \text{ m/s}$

คำสำคัญ: เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดพาความร้อนแบบธรรมชาติ, เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดพาความร้อนแบบบังคับ อุณหภูมิเฉลี่ยภายในเครื่องแห้ง, อัตราเร็วลมภายในเครื่องแห้ง

Abstract

This study aims to compare simulation performance of natural convection and forced convection solar dryers. Working principle of natural convection solar dryer is, once air in solar dryer is heated by solar energy, the air relative humidity and density will drop and floating up through the drying bed. This

¹อาจารย์ประจำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

E-mail: anirut@eau.ac.th

²รองอธิการบดีฝ่ายวิจัย และ คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

E-mail: sombat@eau.ac.th



air will take moisture out of the product and flow out to ambient air. At solar radiation intensity of 650.5 W/m^2 and ambient air temperature of 32.3°C , drying air temperatures are in the range of $30\text{-}40^\circ\text{C}$ and wind speed is 0.45 m/s . For forced convection drying, normally will use a fan for circulate air in the dryer. Solar panels are usually separated from the unit and the unit is insulated to prevent heat loss. At solar radiation intensity of 650.5 W/m^2 and ambient air temperature of 32.3°C , drying air temperature inside the dryer is in the range of $45\text{-}65^\circ\text{C}$ and wind speed of $0.56\text{-}0.94 \text{ m/s}$

Keywords: Natural convection solar dryer, forced convection solar dryer, average drying air temperature, dryer wind speed

ความนำ

การอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เป็นการใช้ประโยชน์จากพลังงานแสงอาทิตย์ในรูปความร้อนรูปแบบหนึ่งที่มีประสิทธิภาพ ไม่เสียค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิงในการทำงาน ไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์เมื่อเทียบกับการตากแดด เครื่องนี้สามารถช่วยลดปัญหาการปนเปื้อนจากฝุ่นละอองและการรบกวนจากแมลง ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณภาพดีขึ้น และยังช่วยลดระยะเวลาในการตากแห้งอีกด้วย หากเทียบกับการอบแห้งเชิงอุตสาหกรรม ก็จะช่วยในการประหยัดพลังงานไฟฟ้า น้ำมันหรือแก๊สธรรมชาติอีกด้วย

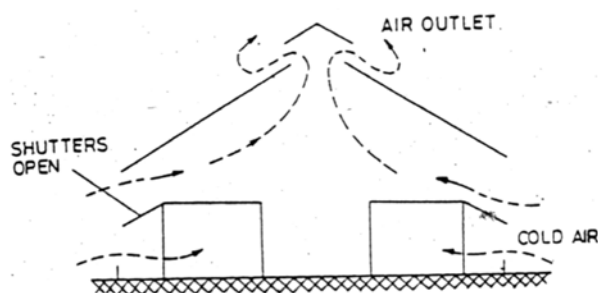
การพัฒนาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมครัวเรือนจัดเป็นการช่วยพัฒนาประเทศอีกทางหนึ่ง

เมื่อพิจารณาสถานภาพของประเทศไทยพบว่า ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีศักยภาพของพลังงานแสงอาทิตย์สูง เนื่องจากตั้งอยู่ในบริเวณเส้นศูนย์สูตรจึงมีแสงอาทิตย์ตลอดทั้งปี ที่ค่าความเข้มแสงอาทิตย์เฉลี่ยประมาณ $17 \text{ MJ/m}^2/\text{day}$ (วัฒนพงษ์ รัชวิเชียร และคณะ, 2544)

โดยทั่วไปเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์จะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนคือตัวเครื่องอบแห้งและตัวรับรังสีดวงอาทิตย์ซึ่งมีหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นความร้อนเพื่อใช้อุ่นอากาศก่อนไหลเข้าเครื่องอบแห้ง นอกจากนั้นอาจมีส่วนประกอบอื่นอีกก็ได้ เช่น แหล่งความร้อนเสริมและพัดลม เป็นต้น

การอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ถ้าแบ่งตามลักษณะการไหลเวียนของอากาศภายใน แบ่งออกเป็นชนิดการพาความร้อนแบบธรรมชาติ (natural or free convection) ซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากความแตกต่างของระดับที่จุดเข้าและจุดออกของเครื่องอบแห้ง และความแตกต่างของความหนาแน่นของอากาศภายในและภายนอกเครื่องอบแห้ง เครื่องอบแห้งชนิดนี้เหมาะกับการใช้งานขนาดเล็กในไร่นาหรืออุตสาหกรรมขนาดเล็ก เนื่องจากมีราคาถูกและสร้างได้ง่าย ดังแสดงในภาพที่ 1



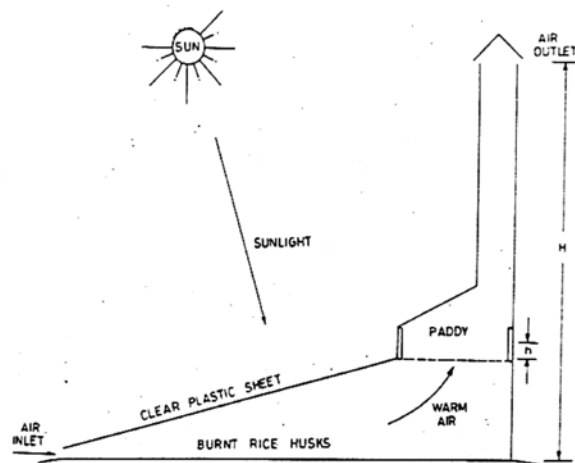
ภาพ 1 ลักษณะการไหลของอากาศภายในเครื่องอบแห้งชนิดพาความร้อนแบบธรรมชาติ

ที่มา.จาก “เอกสารประกอบการสอนเทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์,” โดย ศิริสุข จินดารักษ์, ปี 2546, ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ส่วนอีกชนิดหนึ่งคือการพาความร้อนแบบบังคับ (forced convection) ซึ่งใช้พัดลมเป็นตัวสร้างความดัน ทำให้มีความแตกต่างของความดันมากพอที่จะทำให้อากาศร้อนปริมาณพอเหมาะไหลผ่านชั้นของวัสดุที่นำมาอบแห้ง เครื่องอบชนิดนี้เหมาะกับการใช้งานทั้งขนาดเล็ก

เครื่องกลมรัศมี 2.5 m กว้าง 5 m และ ยาว 6 m มีแผ่นพลาสติกใสคลุมตัวเครื่องทั้งหมด พื้นเป็นพลาสติกสีดำทำหน้าที่เป็นตัวดูดกลืนรังสีอาทิตย์ พื้นทีในเครื่องอบแห้งมีขนาด $5 \times 6 \text{ m}^2$ ลักษณะการวางกระดาศาเป็นแบบหน้าจั่วโดยวางให้ตะแกรงพียงกันเป็นมุมยอด 70° ทำให้กระดาศาที่ตากแห้งชั้นบนได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์โดยตรง ส่วนชั้นล่างจะได้รับความร้อนจากอากาศร้อนซึ่งเป็นผลมาจากปรากฏการณ์เรือนกระจก สามารถอบแห้งกระดาศาได้ครั้งละ 144 แผ่น เมื่อทดสอบการทำงานของเครื่องอบแห้งพบว่าอุณหภูมิภายในเครื่องอบแห้งเฉลี่ยประมาณ 40°C ในขณะที่อุณหภูมิอากาศแวดล้อม 32.3°C ความเร็วลม 0.45 m/s ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 650.5 W/m^2 สามารถอบแห้งกระดาศาที่มีความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 90 มาตรฐานแห้งจนความชื้นสุดท้ายลดลงเหลือร้อยละ 6.5 มาตรฐานแห้ง ในเวลาการอบ 2 ชั่วโมง ประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้งมีค่า 53.14 % พลังงานแสงอาทิตย์ที่ใช้ในการอบแห้ง 140.5 MJ คิดเป็น 4.53 MJ/kg water evap.

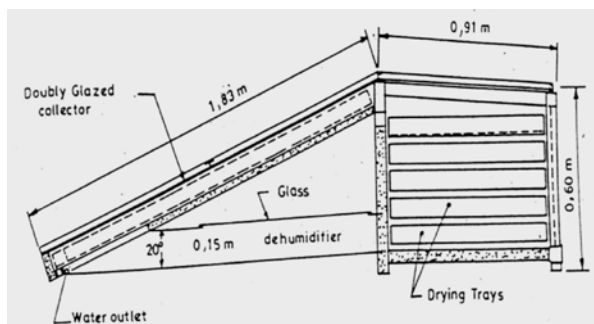
2. เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบแยกแผงรับรังสี มีองค์ประกอบหลักเหมือนกับเครื่องอบแห้งที่มีแผงรับรังสีในตัว เพียงแต่มีแผงรับรังสีแยกออกจากตัวเครื่องอบแห้ง และวัสดุอบแห้งอาจได้รับอากาศร้อนจากแผงรับรังสีอาทิตย์เพียงอย่างเดียว หรืออาจได้รับความร้อนจากรังสีอาทิตย์โดยตรงด้วยก็ได้ เครื่องอบแห้งข้าวเปลือกดังภาพที่ 3 เป็นเครื่องอบแห้งที่ใช้ถั่วแกลบสีดำเป็นตัวรับแสงอาทิตย์และมีแผ่นพลาสติกใสปิดเพื่อให้รังสีอาทิตย์ผ่านเข้าสู่ถั่วแกลบและป้องกันการพาความร้อนด้วยลม อากาศไหลเข้าทางด้านล่างของแผงรับรังสี ผ่านชั้นของถั่วแกลบที่มีอุณหภูมิสูงอากาศร้อนไหลผ่านชั้นของข้าวเปลือก และพาความร้อนออกจากเมล็ดข้าวเปลือก ลักษณะเด่นของเครื่องอบแห้งคือ มีการติดตั้งปล่องระบายอากาศสูงเพื่อเพิ่มสมรรถนะของการระบายอากาศภายในเครื่องอบแห้ง



ภาพ 3 เครื่องอบแห้งข้าวเปลือกพลังงานแสงอาทิตย์แบบแยกแผงรับรังสี

ที่มา.จาก “เอกสารประกอบการสอนเทคโนโลยีพลังงานพลังงานแสงอาทิตย์,” โดย ศิรินุช จินดารักษ์, ปี 2546, ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ภาพที่ 4 เป็นตัวอย่างของเครื่องอบแห้งแบบแยกแผงรับรังสีแยกอีกชนิดหนึ่งที่มีแผ่นปิดไส 2 ชั้นและมีระบบลดความชื้น

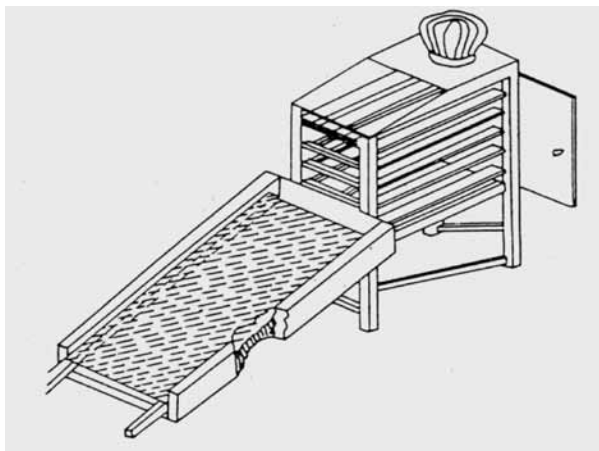


ภาพ 4 เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบแยกแผงรับรังสี

ที่มา.จาก “เอกสารประกอบการสอนเทคโนโลยีพลังงานพลังงานแสงอาทิตย์,” โดย ศิรินุช จินดารักษ์, ปี 2546, ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ดังภาพที่ 5 เป็นเครื่องอบแห้งที่มีการพาความร้อนแบบธรรมชาติที่มีแผงรับรังสีแยกอีกชนิดหนึ่งแต่มีลักษณะพิเศษ คือ มีการใช้พัดลมดูดอากาศช่วยเพื่อเพิ่มสมรรถนะในการระบายความชื้นออกจากเครื่องอบแห้ง พัดลมนี้เป็นพัดลมที่อาศัยหลักการของความแตกต่างระหว่าง

ความหนาแน่นของอากาศภายในกับภายนอกของเครื่องอบแห้งสำหรับการระบายความชื้นของอากาศภายในเครื่องอบแห้ง



ภาพ 5 เครื่องอบแห้งที่มีพัดลมระบายอากาศแบบธรรมชาติ

ที่มา.จาก “เอกสารประกอบการสอนเทคโนโลยีพลังงานพลังงานแสงอาทิตย์,” โดย ศิริรุช จินดารักษ์, ปี 2546, ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

จากตัวอย่างเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่กล่าวมานี้ พบว่า เครื่องอบแห้งที่มีแผงรับรังสีแบบแยกจะใช้พื้นที่ในการอบแห้งน้อยกว่าเครื่องอบแห้งที่มีแผงรับรังสีอยู่ในตัว เพราะอากาศร้อนภายในเครื่องอบแห้งของเครื่องอบแห้งที่มีแผงรับรังสีแบบแยกมีอุณหภูมิสูงกว่า และสามารถทำการอบแห้งแบบเป็นชั้นได้ การเพิ่มสมรรถนะของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สามารถทำได้โดยการติดพัดลมระบายอากาศ เพื่อให้เกิดการระบายอากาศที่ดีขึ้น

เครื่องอบแห้งที่มีการพาความร้อนแบบบังคับเป็นเครื่องอบแห้งที่มีหลักการคล้ายกับเครื่องอบแห้งที่มีการพาความร้อนแบบธรรมชาติ แต่มีพัดลมช่วยในการพาความร้อน ซึ่งสามารถการออกแบบให้ควบคุมอัตราการไหลของอากาศภายในเครื่องอบแห้งได้ เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการอบแห้ง เครื่องอบแห้งแบบนี้มักมีแผงรับรังสีแยกออกจากตัวเครื่องและมีการหุ้มฉนวนที่ตัวเครื่องเพื่อป้องกันการสูญเสียความร้อนด้วย ลักษณะของแผงรับรังสีที่แตกต่างกันมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มอุณหภูมิของอากาศให้มากที่สุดหรือเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของแผงรับรังสี โดยการ

เพิ่มพื้นที่การถ่ายเทความร้อนให้มากที่สุดและมักใช้กับเครื่องอบแห้งขนาดใหญ่ที่ต้องการลดเวลาในการอบแห้งให้ต่ำลง ภาพ 6 เป็นเครื่องอบแห้งพืชสมุนไพรที่มีแผงรับรังสีเป็นแบบแผ่นเรียบ



ภาพ 6 เครื่องอบแห้งที่มีการพาความร้อนแบบบังคับที่มา.จาก “เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์เพื่อใช้ในการแปรรูปผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร,” โดย วัฒนพงษ์ รัชวิเชียร, ปี 2544, ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

แผงรับรังสีประกอบด้วย

- กระดาษปิดใต้ 1 ชั้น เพื่อป้องกันการสูญเสียความร้อนให้กับอากาศเมื่อมีลมพัดผ่านแผงรับรังสีอาทิตย์

- ช่องว่างอากาศระหว่างแผ่นกระจกกับแผ่นดูดกลืนรังสี ทำหน้าที่เป็นฟิล์มอากาศเพื่อรับความร้อนจากรังสีอาทิตย์

- แผ่นดูดกลืนรังสี เป็นแผ่นสังกะสีทาสีดำด้าน ทำหน้าที่เป็นตัวรับรังสีอาทิตย์เพื่อถ่ายเทความร้อนให้กับอากาศที่ไหลผ่านด้านล่างของแผงรับรังสี

- ฉนวน ทำหน้าที่ป้องกันการสูญเสียความร้อนด้านล่างและด้านข้างของแผงรับรังสีอาทิตย์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเครื่องอบแห้งที่มีการพาความร้อนแบบบังคับมีดังต่อไปนี้

การศึกษาการอบแห้งแผ่นยางด้วยลมร้อนเป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้ง ความเร็วลมและเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง รวมถึงปัจจัยที่มีผลต่อการอบแห้ง เช่น ความชื้นสัมพัทธ์ของ

อากาศ การทดลองทำโดยการใช้อุโมงค์ลมร้อนปลายเปิดสองด้าน กำหนดลมร้อนให้ไหลขนานผ่านแผ่นยางซึ่งแขวนอยู่ในแนวตั้งด้วยอัตราเร็วลม 0.56 m/s และ 0.94 m/s โดยประมาณและได้กำหนดอุณหภูมิลมร้อนอยู่ที่ 45, 55 และ 65°C ตามลำดับ จากผลการทดลองพบว่าอัตราการอบแห้งเพิ่มขึ้นแปรผันตามอุณหภูมิอบแห้ง ขณะที่ความเร็วลมมีผลต่ออัตราการอบแห้งลดลงช่วงแรกและระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้งจากการทดลองแปรผกผันต่อความเร็วลมในการอบแห้ง (ภูษิสส์ตันวณิชกุล, 2550)

การศึกษาการอบแห้งปลาด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานร่วมแสงอาทิตย์-ไฟฟ้า เพื่อต้องการพัฒนาระบบการผลิตปลาแห้งอนามัยภายใต้สภาพภูมิอากาศทางภาคใต้ของประเทศไทย โดยออกแบบเครื่องอบแห้งที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานหลักและพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานเสริม ประกอบด้วยตู้อบชนิดโปร่งแสงแผงรับรังสีอาทิตย์มีขนาด 4.08 m² ขดลวดไฟฟ้าสำหรับทำความร้อนขนาด 800 W จำนวน 2 ชุด มีความจุของปลาที่ใส่อบได้ 50 กิโลกรัม จากการทดลองอบแห้งปลา 2 ชนิดคือ ปลาช่อนและปลาดุก โดยให้อุณหภูมิในห้องอบแห้ง 40, 50 และ 60°C ตามลำดับ พบว่าการอบแห้งปลาช่อนแบบใช้พลังงานร่วมแสงอาทิตย์-ไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 60°C มีความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะในการอบแห้งน้อยสุดเท่ากับ 42.57 MJ/kg water evap และมีประสิทธิภาพในการอบแห้ง 5.54% ใช้ระยะเวลาในการอบแห้ง 6 ชั่วโมง ส่วนการอบแห้งปลาดุกด้วยพลังงานความร้อนร่วมแสงอาทิตย์-ไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 50°C มีการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะในการอบแห้งน้อยที่สุดคือเท่ากับ 80.02 MJ/kg water evap และมีประสิทธิภาพในการอบแห้ง 2.98% และใช้ระยะเวลาการอบแห้ง 8 ชั่วโมง (ธีรเดช ไหญ่บุงและคณะ, 2553)

การออกแบบ สร้าง และทดสอบสมรรถนะของตู้อบแห้งและกลั่นความชื้น รังสีอาทิตย์แบบเทอร์โมไฮฟอน สำหรับอบแห้งผลผลิตทางการเกษตร เครื่องอบแห้งดังกล่าวเป็นเครื่องอบแห้งแบบ Passive ทำงานในระบบปิด ที่ปิดคลุมด้วยแผ่นกระจกและแผ่นอะคริลิกใส กระจกเอียงทำมุมกับพื้นระดับ 12 องศา เพื่อให้สามารถรับพลังงานจากแสงอาทิตย์ได้สูงสุด ตัวเครื่องอบแห้ง

มีขนาด 83 x 77 x 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร โครงสร้างของเครื่องอบแห้ง ประกอบด้วยถาด 5 ชั้น มีรางรองรับความชื้นที่ความหนาบริเวณกระจกด้านบน และด้านหน้าระบายออกภายนอกตู้อบ สำหรับพารามิเตอร์ที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะการอบแห้ง คือ ระยะเวลาการอบแห้ง และอัตราการอบแห้ง ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล ในช่วงเวลา 09.00-15.00 น. เป็นเวลา 6 ชั่วโมงต่อวัน ผลจากการศึกษาพบว่า การอบแห้งด้วยตู้อบแห้งและกลั่นความชื้น รังสีอาทิตย์แบบเทอร์โมไฮฟอน ใช้ระยะเวลาการอบแห้งสั้น อัตราการอบแห้งสูง เมื่อเทียบกับการตากแห้งตามธรรมชาติเพียงอย่างเดียว จากผลการทดลองพบว่าเครื่องอบแห้งนี้สามารถอบแห้งพริกชี้ฟ้าสด 5 กิโลกรัม ที่มีความชื้นเฉลี่ย 5 ชั้น 300 % (d.b.) จนเหลือประมาณ 26 % (d.b.) ภายในเวลา 3 วัน (18 ชั่วโมง) โดยไม่มีการสลับถาดทั้ง 5 เมื่อเทียบกับการตากแห้งตามธรรมชาติเหลือประมาณ 52 % (d.b.) เมื่อวิเคราะห์จากรายละเอียดของความชื้นแต่ละชั้นพบว่า ผลของการแยกชั้นของอุณหภูมิในตู้ส่งผลให้ ชั้นบนสุดหรือชั้นที่ 5 มีอัตราการอบแห้งสูงที่สุด และระยะเวลาการอบแห้งสั้นที่สุด ตามมาด้วยชั้น 4, 3, 2 และ 1 ตามลำดับ ดังนั้นตู้อบแห้งนี้สามารถอบแห้งพริกชี้ฟ้าสดเพิ่มเป็น 8-10 กิโลกรัม ให้แห้งภายในเวลา 3 วัน (18 ชั่วโมง) ขึ้นกับรังสีอาทิตย์โดยการหมุนวนเอาถาดบนสุดออก เลื่อนถาดถัดลงมาขึ้นแทน และใส่ถาดล่างใหม่ทุกวัน ตามลำดับ คุณภาพของผลิตภัณฑ์อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ มีสีสม่ำเสมอทุกถาดและไม่ได้รับความเสียหายจากการเปียกฝน หรือการรบกวนของสัตว์ และแมลงต่าง ๆ (จารุวัฒน์ เจริญจิต และคณะ, 2554)

การพัฒนาและสร้างเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์แสดงดังภาพที่ 7 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะแก้ปัญหาของเกษตรกรในการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรโดยเครื่องอบแห้งดังกล่าวเป็นระบบที่มีแผงรับรังสีอาทิตย์แยกและวางทำมุม 17 องศา กับพื้นดิน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบให้สูงขึ้น ซึ่งจากการทดสอบพบว่าอุณหภูมิภายในเครื่องอบแห้งมีค่าสูงถึง 50°C และสามารถใช้ในการอบแห้งผลิตภัณฑ์ได้หลายชนิดโดยมีการพาความร้อนจากการเปิดพัดลม (วัฒน์พงษ์ รักษ์วิเชียร และคณะ, 2544)



ภาพ 7 เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ ที่มา.จาก “เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์เพื่อใช้ในการแปรรูปผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร,” โดย วัฒนพงษ์ รัชชวิเชียร, ปี 2544, ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์.

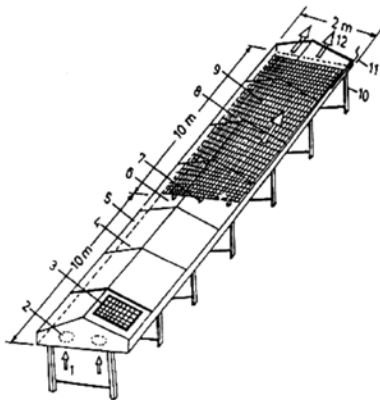


Fig. 1. Solar tunnel drier: (1) air inlet; (2) fan; (3) solar module; (4) solar collector; (5) side metal frame; (6) outlet of the collector; (7) wooden support; (8) plastic net; (9) roof structure for supporting the plastic cover; (10) base structure for supporting the tunnel drier; (11) rolling bar; (12) outlet of the drying tunnel.

ภาพ 8 แสดงเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์

ที่มา.จาก “Solar Drying of Pineapple Using Solar Tunnel Drier,” 183-190, Bala, B. K., 2002, Renewable Energy.

การทดลองเกี่ยวกับเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์สำหรับอบแห้งสับปะรดสด ดังภาพที่ 8 เครื่องอบแห้งประกอบด้วยพลาสติกใส ปิดบนแผงรับรังสีอาทิตย์และมีอุโมงค์อยู่ข้างบน โดยมีพัดลมเป่าอากาศ 2 ตัว เครื่องอบแห้งนี้สามารถอบสับปะรดได้ปริมาณ 120-150 kg ที่อุณหภูมิเฉลี่ย

อยู่ระหว่าง 34.1-64.0°C การลดลงของเวลาในการอบแห้งของเครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์เปรียบเทียบกับ การตากแห้งโดยวิธีธรรมชาติซึ่งการอบแห้งสับปะรด ในเครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์จะป้องกันฝน แผลง ฝุ่นละออง ซึ่งผลิตภัณฑ์สับปะรดในเครื่องอบแห้งแบบ อุโมงค์มีคุณภาพสูงกว่าผลิตภัณฑ์ที่ตากกลางแจ้ง (Bala et al., 2002)

บทสรุป

เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ 2 แบบ คือ

1. เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบ การพาความร้อนแบบธรรมชาติ ซึ่งมีลักษณะเป็น เครื่องอบแห้งที่ไม่มีการใช้พัดลมเพื่อการระบายอากาศ การระบายอากาศภายในเครื่องอบแห้งอาศัยหลักการ ของความหนาแน่นของอากาศ โดยอากาศร้อนภายใน เครื่องอบแห้งจะลอยตัวสูงขึ้นและถูกแทนที่ด้วยอากาศ เย็นนอกเครื่องอบแห้ง หลักการทำงานของเครื่องอบแห้ง แบบนี้คือ อากาศภายในเครื่องอบแห้งเมื่อได้รับความร้อน จากพลังงานแสงอาทิตย์แล้ว ทำให้อากาศมีความ หนาแน่นลดลงลอยตัวขึ้นสูง ผ่านชั้นวางผลิตภัณฑ์ที่ ต้องการอบแห้ง อากาศร้อนนี้จะพาความชื้นออกจาก ผลิตภัณฑ์แล้วไหลออกจากเครื่องอบแห้งไปสู่อากาศ แวดล้อมโดยเครื่องอบแห้งแบบการพาความร้อนแบบ ธรรมชาติมีอุณหภูมิเฉลี่ยภายในเครื่องอบแห้งอยู่ในช่วง 30-40 °C (อนิรุทธิ์ ต่ายขาว และคณะ, 2548) ในขณะที่ อุณหภูมิอากาศแวดล้อม 32.3 °C อัตราเร็วลม 0.45 m/s ค่าความชื้นรังสีอาทิตย์ 650.5 W/m² (อนิรุทธิ์ ต่ายขาว และคณะ, 2548) ซึ่งเหมาะกับผลิตภัณฑ์ที่ ไม่ต้องการอุณหภูมิที่มาก ๆ โดยสามารถประยุกต์ใช้ เกี่ยวกับอุตสาหกรรมในครัวเรือนที่เป็นขนาดเล็ก เพราะ สามารถลดระยะเวลาในการอบแห้งทำให้ผลิตภัณฑ์ มีคุณภาพมีราคาเมื่อนำมาวางจำหน่ายตามท้องตลาด ได้เป็นอย่างดี อีกทั้งมีค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่องที่ต่ำ เหมาะกับใช้อบแห้งกับผลิตภัณฑ์ที่ไม่ต้องใช้อุณหภูมิ สูงมาก

2. พาความร้อนแบบบังคับ เป็นเครื่องอบแห้ง ที่มีพัดลมช่วยระบายความร้อนภายในเครื่องอบแห้ง

โดยมีการออกแบบให้มีความสามารถในการกำหนด อัตราการไหลของอากาศภายในเครื่องอบแห้งได้ เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้ง เครื่องอบแห้งที่มีการพาความร้อนแบบบังคับนี้มักจะมีแผงรับรังสีแยกออกจากตัวเครื่องและมีการหมุนวนที่ตัวเครื่องเพื่อป้องกันการสูญเสียความร้อน ลักษณะของแผงรับรังสีโดยเครื่องอบแห้งแบบการพาความร้อนแบบบังคับมีอุณหภูมิเฉลี่ยภายในเครื่องแห้งอยู่ในช่วง 45-65 °C (ภูชีสส์ ตันวานิชกุล, 2550) ในขณะที่อุณหภูมิอากาศแวดล้อม 32.3 °C อัตราเร็วลม 0.56-0.94 m/s (ภูชีสส์ ตันวานิชกุล, 2550) ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 650.5 W/m² ซึ่งเหมาะกับผลิตภัณฑ์ที่ต้องการอุณหภูมิที่สูงมาก ๆ โดยสามารถนำไปประยุกต์ใช้เกี่ยวกับอุตสาหกรรมที่เป็นขนาดใหญ่ในโรงงานอุตสาหกรรมเพราะสามารถลดระยะเวลาในการอบแห้งมีกำลังการผลิตที่มากขึ้น อีกทั้งช่วยเพิ่มคุณภาพของผลิตภัณฑ์ส่งผลให้มีราคาสูงขึ้น

เมื่อนำมาวางจำหน่ายตามท้องตลาดได้ แต่จะมีค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่องที่สูงกว่าแบบการพาความร้อนแบบธรรมชาติ

ตารางเปรียบเทียบการทำงานของเครื่องอบแห้ง

ตัวแปร	การพาความร้อนแบบธรรมชาติ	การพาความร้อนแบบบังคับ
1. เครื่องอบแห้ง	ไม่มีพัดลม	มีพัดลม
2. อุณหภูมิเฉลี่ยภายในเครื่องแห้ง	30-40 °C	45-65 °C
3. อุณหภูมิอากาศแวดล้อม	32.3 °C	32.3 °C
4. อัตราเร็วลม	0.45 m/s	0.56-0.94 m/s
5. ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์	650.5 W/m ²	650.5 W/m ²
6. ประสิทธิภาพในการอบแห้ง	34.77%	2.98%



เอกสารอ้างอิง

- จารุวัฒน์ เจริญจิต และคณะ. (2554). ตู้อบแห้งและกลั่นความชื้นรังสีอาทิตย์แบบเทอร์โมโซลาร์, *วิศวกรรมสาร มช*, 38(1), 35-42.
- ธีรเดช ไชยบุบผ และคณะ. (2553). การพัฒนากระบวนการอบแห้งปลาด้วยเครื่องอบแห้ง, *วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ*. 12, 3.
- ภูษิสต์ ตันวานิชกุล. (2550). *การอบแห้งแผ่นยางด้วยลมร้อน*. วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะพลังงานและวัสดุ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- อนิรุทธิ์ ต่ายขาว (2548). *การออกแบบเครื่องอบแห้งกระดาษพลังงานแสงอาทิตย์*, วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- วัฒนพงษ์ รัชวีเชียร และคณะ. (2544). *เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์เพื่อใช้ในการแปรรูปผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร*, พิษณุโลก: ภาควิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ศิรินุช จินดารักษ์. (2546). *พลังงานแสงอาทิตย์. ในเอกสารประกอบการสอน วิชา 260311 เทคโนโลยีพลังงาน*. พิษณุโลก: ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- อนันต์ พงศ์ธรกุลพานิชและคณะ. (2548). *การออกแบบเครื่องอบแห้งกระดาษสา*, พิษณุโลก: วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- Bala, B. K. & etal. (2002). Solar Drying of Pineapple Using Solar Tunnel Drier, *Renewable Energy*, 28, 183-190.
- Codori, M., Echazu, R. & Saravia, L. (2001). Solar drying of pepper and garlic using The tunnel greenhouse drier. *Renewable Energy*, 22, 446-460.
- Ekechukwu, O.V. (1999). Review of solar-energy drying system I: An overview of solar drying technology. *Energy Conversion and Management*, 40(1999), 593-631.
- Simate, I. N. (2002). Optimization of mixed-mode and indirect-mode natural convection solar dryers. *Renewable Energy*, 28, 435-453.

