



รายงานโครงการวิจัย

เรื่อง การอบแห้งโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์แบบท่อความร้อน
ร่วมกับ ห้องอบแห้งแบบกรีนเฮาส์

**Dryer by Combining Solar Dryer Heat pipe
and Greenhouse Oven.**

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ธนัช ศรีพนม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ผู้ทำ	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ธนัช ศรีพนม
หน่วยงานวิจัย	การอบแห้งโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์แบบท่อความร้อน ร่วมกับ ห้องอบแห้งแบบกรีนเฮาส์
สาขาวิชา	ครุศาสตร์เครื่องกล
ภาควิชา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรม
คณะ	ครุศาสตร์อุตสาหกรรม
งบประมาณ	ทุนอุดหนุนงานวิจัย จากเงินผลประโยชน์ของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ปีงบประมาณ พ.ศ. 2554

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อศึกษาและออกแบบระบบการใช้พลังงานร่วมกันระหว่างพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยท่อความร้อน และพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์สำหรับในห้องอบแห้งแบบกรีนเฮาส์ และ 2) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนความชื้นของผลผลิตในการอบแห้ง ร่วมกับตัวแปรอื่น ๆ ที่มีผลต่อการอบแห้ง ได้แก่ อุณหภูมิ และอัตราการไหลของอากาศร้อนในการอบแห้ง เวลาและพลังงานที่ใช้ เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมที่สุด จากการกำหนดสมมุติฐานการอบแห้งผลผลิตทางการเกษตร โดยใช้ห้องอบแห้งแบบกรีนเฮาส์ร่วมกับการใช้ท่อความร้อนเก็บพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ในห้องอบแห้งรับทำการอบแห้งพริกจำนวน 50 กิโลกรัม

เครื่องมือที่ใช้ศึกษาการอบแห้งแบบผสมผสาน คือ ห้องอบแห้งแบบกรีนเฮาส์ซึ่งมีโครงสร้างทำจากเหล็กและคลุมด้วยพลาสติกใสมีขนาดกว้าง 1 m ยาว 1.2 m สูง 1 m โดยติดตั้งพัดลมระบายอากาศขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25.4 cm ไว้ด้านข้างของเครื่องอบแห้ง และท่อความร้อนเก็บพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์เพื่ออุ่นอากาศก่อนเข้าห้องอบแห้งขนาดกว้าง 0.8 m ยาว 1.5 m โดยใช้น้ำเป็นสารตัวกลางในการพาความร้อนจากท่อความร้อนไปที่ชุดครีบบระบายความร้อนในห้องอบแห้ง

จากการทดลองอบแห้งพริกและทดสอบหาประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ พบว่า อุณหภูมิภายในเครื่องอบแห้งมีค่าเฉลี่ยประมาณ 52°C ที่สภาวะอุณหภูมิอากาศแวดล้อม 35°C ความเร็วอากาศภายในเครื่องอบแห้งมีค่าเฉลี่ยประมาณ $0.02\text{ m}^3/\text{s}$ ขณะทำการทดลองอากาศแห้งไป ไม่มีเมฆมาบังแสงอาทิตย์ โดยที่พริกมีความชื้นเริ่มต้นประมาณ 70 % wb (จำนวน 50 กิโลกรัม) ลดลงเหลือความชื้นสุดท้ายประมาณ 17 % wb (จำนวน 14 กิโลกรัม) และใช้เวลาในการอบแห้ง 16 ชั่วโมง จากการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์พบว่ามีค่าเท่ากับ 56 % ประสิทธิภาพของแผงรับพลังงานแสงอาทิตย์ 64 %

คำสำคัญ: อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์, ท่อความร้อน, ห้องอบแห้งแบบกรีนเฮาส์

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

เนื่องจากในยุคปัจจุบันนี้ ปัญหาทางด้านพลังงานกำลังเป็นปัญหาที่สำคัญในหลายๆ ประเทศ โดยเฉพาะประเทศที่กำลังพัฒนา ซึ่งมีความต้องการใช้พลังงานจำนวนมากโดยพลังงานส่วนใหญ่มาจากฟอสซิล เช่น น้ำมันดิบ ถ่านหิน แก๊สธรรมชาติ เป็นต้น ซึ่งได้พบว่าปัจจุบันปัญหาราคาน้ำมันที่สูงขึ้นได้เป็นปัญหาระดับโลกไปแล้ว ซึ่งเศรษฐกิจของแต่ละประเทศได้มีการขยายตัวสูงและมีความต้องการการใช้พลังงานสูงตามไปด้วย

ปัจจุบันมีผลผลิตทางการเกษตรออกสู่ตลาดค่อนข้างมาก เนื่องจากการส่งเสริมการผลิตจากหลายๆหน่วยงาน ทำให้เกิดปัญหาผลผลิตทางการเกษตรที่ออกมาล้นตลาด ส่งผลให้ราคาผลผลิตค่อนข้างต่ำและบางส่วนที่จำหน่ายไม่ทันเกิดการเน่าเสีย การแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรโดยการอบแห้งจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยลดปัญหาเหล่านี้ได้ ดังนั้นเครื่องอบแห้งจึงเริ่มเข้ามามีบทบาทอย่างมาก อย่างไรก็ตามเครื่องอบแห้งที่ใช้ปัจจุบันส่วนใหญ่จะเป็นเครื่องอบแห้งที่ใช้พลังงานเชิงพาณิชย์ เช่น แก๊ส หุงต้ม ไฟฟ้า หรือน้ำมัน ซึ่งพลังงานเหล่านี้มีต้นทุนสูง และโดยเฉพาะปัจจุบันราคาน้ำมันค่อนข้างแพง ด้วยเหตุนี้พลังงานแสงอาทิตย์จึงเป็นทางเลือกที่ดีสำหรับประเทศเนื่องจากประเทศไทยตั้งอยู่ในเขต ร้อน ซึ่งมีแสงอาทิตย์ตลอดทั้งปี โดยมีความเข้มแสงเฉลี่ยตลอดทั้งปีประมาณ $17 \text{ MJ/m}^2\text{-day}$ ซึ่งเป็น พลังงานที่มากพอสำหรับการนำมาใช้ประโยชน์ในการอบแห้งได้การใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในการอบแห้งสามารถทำได้หลายแบบ เช่น การตากแดดโดยตรงเลย ซึ่งเป็นวิธีที่ง่าย ไม่ซับซ้อน แต่ในทางปฏิบัติมักจะมีปัญหาด้านฝุ่นละออง แมลง และเชื้อรา นอกจากนี้ยังมีปัญหาเวลาฝนตกหากไม่สามารถเก็บกักได้ทันที ก็จะทำให้ของที่ตากเกิดเชื้อราและเน่าเสียได้ง่าย ด้วยเหตุนี้จึงจำเป็นต้องมีเครื่องอบแห้งพลังแสงอาทิตย์เข้ามาช่วยลดปัญหาต่างๆ ที่กล่าวมา

สำหรับแนวคิดในการออกแบบและพัฒนาวิธีการอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับห้องอบแห้งแบบกรีนเฮาส์ เครื่องอบแห้งในงานวิจัย คือ ต้องการออกแบบให้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการอบแห้ง โดยในส่วนของพลังงานแสงอาทิตย์จะใช้ตัวรับรังสีความร้อนแบบท่อความร้อน (Heat Pipe) ประกอบด้วย ท่อแก้วสุญญากาศนำความร้อน ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่มีสภาพการนำความร้อนสูง ท่อความร้อนใช้หลักการระเหยและกลั่นตัวของสารทำงาน ท่อความร้อนเป็น

ท่อปิดซึ่งภายในเป็นสุญญากาศและมีสารทำงานบรรจุอยู่จะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ตามหลักการทำงาน คือ ส่วนระเหย (Evaporator) ส่วนไม่ถ่ายเทความร้อน (Adiabatic) และส่วนควบแน่น (Condenser) ท่อความร้อนนี้จะนำไปประยุกต์ใช้เป็นอุปกรณ์รับความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์แล้วนำพลังงานไปแลกเปลี่ยนความร้อน ให้กับชุดระบายความร้อน(Condenser)ในห้องอบแห้งแบบกรีนเฮาส์ ในส่วนของห้องอบแห้งแบบกรีนเฮาส์ก็จะออกแบบให้สามารถใช้งานได้เหมาะสมกับการใช้ในการอบผลผลิตทางการเกษตรได้อย่างหลากหลาย

ดังนั้นงานวิจัยนี้ต้องการหาประสิทธิภาพในการเก็บพลังงานแสงอาทิตย์จากท่อความร้อนเพื่อเก็บพลังงานความร้อนให้ได้มากที่สุด แล้วจึงนำมาใช้กับห้องอบแห้งแบบกรีนเฮาส์เพื่อทดสอบสมรรถนะ กำหนดกรณีที่ใช้ห้องอบแห้งแบบกรีนเฮาส์เพียงอย่างเดียว และกรณีที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับห้องอบแห้งแบบกรีนเฮาส์ โดยในการศึกษาจะนำผลผลิตทางการเกษตรทดลองตากแดดโดยตรงเพื่อเปรียบเทียบกับผลการอบแห้งของทั้งสองกรณี

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อศึกษาและออกแบบระบบการใช้พลังงานร่วมกันระหว่างพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยท่อความร้อน (Heat Pipe) และพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์สำหรับในห้องอบแห้งแบบกรีนเฮาส์
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนความชื้นของผลผลิตในการอบแห้ง ร่วมกับตัวแปรอื่น ๆ ที่มีผลต่อการอบแห้ง ได้แก่ อุณหภูมิ และอัตราการไหลของอากาศร้อนในการอบแห้งเวลาและพลังงานที่ใช้ เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมที่สุด

1.3 สมมุติฐานการวิจัย

การอบแห้งผลผลิตทางการเกษตรโดยใช้ห้องอบแห้งแบบกรีนเฮาส์ร่วมกับการใช้ท่อความร้อนเก็บพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ในห้องอบ เพื่อทำการอบแห้งพริกจำนวน 50 กิโลกรัม โดยที่ห้องอบแห้งที่สร้างขึ้นนี้สามารถทำการอบแห้งได้ตามที่กำหนดไว้ในขอบเขต

1.4 ขอบเขตของโครงการวิจัย

การวิจัยนี้มุ่งเน้นเพื่อการศึกษาประสิทธิภาพในการใช้พลังงานของระบบโดยพิจารณาจากการใช้พลังงานจำเพาะ (SEC) อัตราการระเหยน้ำจำเพาะ (SMER) สัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP_h) อัตราการแห้ง (drying rate) และสมบัติเด่นของการอบแห้งแบบพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้ท่อความร้อนร่วมกับห้องอบแห้งแบบกรีนเฮาส์ โดยมีขอบเขตของการศึกษาดังนี้

1. ออกแบบและสร้างระบบการใช้พลังงานร่วมกันระหว่างพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยตัวรับรังสีต่อความร้อน และพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์สำหรับในห้องอบแห้งแบบกรีนเฮาส์ โดยใช้ในการอบแห้งปริมาณผลผลิตทางการเกษตรตัวอย่างที่สนใจตามฤดูกาลในช่วงเวลาที่ทำการศึกษาทดสอบในเชิงปริมาณครั้งละประมาณ 100 ลิตร (พริกชี้ฟ้าแดงจำนวน 50 กิโลกรัม)
2. กำหนดความชื้นเริ่มต้น (Initial moisture content) และความชื้นสุดท้าย (Final moisture content) ของผลผลิตที่ใช้ในการทดสอบ และขั้นตอนในการอบแห้งอ้างอิงตามรายงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการอบแห้งผักและและอบแห้งผลไม้
3. อุณหภูมิอากาศในห้องอบแห้งแบบกรีนเฮาส์ที่ใช้ในการทดสอบอยู่ระหว่าง 40 – 80 องศาเซลเซียส ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับรังสีจากดวงอาทิตย์ เมื่อที่ความเข้มของรังสีดวงอาทิตย์ของประเทศไทยโดยประมาณมีค่าอยู่ในช่วง 13 – 20 MJ/ m²/day
4. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่มีผลต่อสมรรถนะและการทำงานของห้องอบแห้งแบบกรีนเฮาส์ที่ได้พลังงานความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์ และพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ที่ได้จากตัวรับรังสีด้วยท่อความร้อนเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมที่สุด ได้แก่
 - ตัวแปรที่มีผลต่อการเก็บพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ เพื่อเก็บในรูปของของไหลคือน้ำที่มีอุณหภูมิสูง จากตัวรับรังสีอาทิตย์ (Solar Collector) ตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบท่อความร้อน (Heat Pipe) อัตราการไหลของไหลเข้าสู่ระบบตัวเก็บรังสีอาทิตย์ และอุณหภูมิอากาศแวดล้อม เป็นต้น
 - ตัวแปรที่มีผลต่ออัตราการอบแห้งผลผลิตทางการเกษตรในห้องอบแห้งแบบกรีนเฮาส์ (Greenhouse Oven) อัตราการไหลของอากาศร้อนในการอบแห้ง อุณหภูมิ และ ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศก่อนและหลังการอบแห้ง ความชื้นเริ่มต้น (Initial moisture content) และความชื้นสุดท้าย (Final moisture content) ระยะเวลาในการอบแห้ง และพลังงานที่ใช้ในการอบแห้ง

1.5 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. ห้องอบแห้งแบบกรีนเฮาส์ (Greenhouse Oven) หมายถึง ห้องอบแห้งสำหรับงานวิจัยที่มีแสงอาทิตย์ส่องผ่านเข้าไปในห้องได้ มีหน้าที่ให้ความร้อนภายใต้สภาวะการควบคุม เพื่อกำจัดน้ำที่มีอยู่ในอาหารโดยการระเหยน้ำออก
2. ท่อความร้อน (Heat Pipe) หมายถึง ชุดแผงอุปกรณ์ถ่ายเทความร้อนชนิดพิเศษ ซึ่งสามารถถ่ายเทความร้อนได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ โดยหลักการของการระเหยและการกลั่นตัวของของเหลว ผู้วิจัยได้สร้างท่อความร้อนขึ้นมา โดยใช้ท่อทองแดงบรรจุสาร refrigerant (ฟรีออน 22) สำหรับเก็บพลังงานในรูปของความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์
3. ประสิทธิภาพ หมายถึง ประสิทธิภาพของแผงท่อความร้อนรับรังสีแสงอาทิตย์

1.6 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

ในการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบท่อความร้อน ร่วมกับ ห้องอบแห้งแบบกรีนเฮาส์ มีขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัยดังต่อไปนี้

ขั้นตอน 1: การเก็บรวบรวม/วิเคราะห์ข้อมูล

- ศึกษาข้อมูลจากบทความ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องและข้อมูลจากสื่ออิเล็กทรอนิกส์
- เก็บรวบรวมข้อมูลการอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Dryer)
- ศึกษาการผลิตและการประกอบท่อความร้อน (Heat Pipe)
- ศึกษาห้องอบแห้งแบบกรีนเฮาส์ (Greenhouse Oven)
- ศึกษาวิธีการอบแห้งผลผลิตทางการเกษตร

ขั้นตอน 2: ออกแบบอบแห้งแบบพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้ท่อความร้อนร่วมกับห้องอบแห้งแบบกรีนเฮาส์

- ออกแบบและสร้างชุดรับพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ด้วยท่อความร้อน
- ออกแบบและสร้างอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนและชุดระบายความร้อน (Condenser)
- ออกแบบและสร้างออกแบบห้องอบแห้งแบบกรีนเฮาส์
- ออกแบบการทดลองการอบแห้งผลผลิตทางการเกษตร

ขั้นตอน 3: ทดสอบประสิทธิภาพในการถ่ายเทพลังงานความร้อนและประเมินผลการทดสอบ

- ทดสอบประสิทธิภาพในการถ่ายเทพลังงานความร้อนของชุดรับพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ด้วยท่อความร้อน
- ทดสอบประสิทธิภาพในการถ่ายเทพลังงานความร้อนของห้องอบแห้งแบบกรีนเฮาส์
- ทดสอบประสิทธิภาพการทำงานร่วมกันระหว่างการใช้ท่อความร้อนกับห้องอบแห้งแบบกรีนเฮาส์ในกระบวนการอบแห้ง
- ประเมินประสิทธิภาพการอบแห้ง
- ประเมินค่าใช้จ่าย/ วัสดุ/เวลา/แรงงานที่ใช้/การใช้งาน
- วิเคราะห์หาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตและขั้นตอนการผลิต

ขั้นตอน 4: สรุปและเสนอแนะ

- ประสิทธิภาพในการใช้พลังงานของระบบโดยพิจารณาจาก การใช้พลังงานจำเพาะ (SEC) อัตราการระเหยน้ำจำเพาะ (SMER) และสัมประสิทธิ์สมรรถนะ(COPh) อัตราการแห้ง (drying rate)
- สมบัติเด่นของการอบแห้งแบบพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้ท่อความร้อนร่วมกับห้องอบแห้งแบบกรีนเฮาส์

ขั้นตอน 5: จัดทำรายงานการวิจัย

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย

ผู้ที่ได้รับประโยชน์จากการวิจัยนี้คือ นักเรียน นักศึกษา ประชาชนทั่วไป และผู้ที่สนใจในเรื่องการอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบที่ความร้อนร่วมกับห้องอบแห้งแบบกรีนเฮาส์ หรือระบบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. เป็นฐานความรู้และนำองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในการอบแห้ง
2. นำหลักการอบแห้งแบบผสมผสานระหว่างพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้ที่ความร้อนร่วมกับห้องอบแห้งแบบกรีนเฮาส์ ที่มีสมรรถนะที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการอบแห้งผลผลิตทางการเกษตร เช่น พริก ถั่วลิสง ลำไย
3. สามารถลดต้นทุนด้านพลังงานจากการใช้พลังงานในการอบแห้ง เช่น น้ำมัน ไฟฟ้า และเชื้อเพลิงอื่น ๆ ได้ รวมทั้งช่วยลดเวลาในการอบแห้งอีกด้วย
4. เป็นการปลูกจิตสำนึกด้านการนำพลังงานทดแทนที่เกี่ยวข้องกับพลังงานแสงอาทิตย์ในรูปแบบของความร้อนมาใช้ให้เกิดประโยชน์ให้มากที่สุด
5. สามารถถ่ายทอดเทคโนโลยีโดยการนำไปใช้ในการเผยแพร่ความรู้แก่กลุ่มเกษตรกร กลุ่มสหกรณ์ และกลุ่มอุตสาหกรรมอาหาร เพื่อส่งเสริมให้ใช้ห้องอบแห้งแบบกรีนเฮาส์ในการอบผลผลิตทางการเกษตร เป็นการเพิ่มมูลค่าของผลผลิตนั้น

หนังสือรับรองการใช้ประโยชน์ของผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์

ชื่อหน่วยงานที่รับรอง องค์การส่วนตำบลบางปลา
ที่อยู่หน่วยงานที่รับรอง 59 ม.10 ต. บางปลา อ. บางพลี จ. นครปฐม
เบอร์โทรศัพท์ 081 8563839
วัน เดือน ปีที่ให้การรับรอง 13 พ.ย. 2555

เรียน คณะบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ข้าพเจ้า นายไพโรจน์ เพชรพจน ตำแหน่ง ราชบัณฑิตยสถาน สังกัด ส.ค.ส.
ขอรับรองว่าได้มีการนำผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์ เรื่อง การออกแบบ/ผลิต/ประกอบ/ประกอบ
ชื่อ ราชบัณฑิตยสถาน สังกัด ส.ค.ส. ราชบัณฑิตยสถาน สังกัด ส.ค.ส.

นำไปใช้ประโยชน์ ดังนี้

1. (ระบุรายละเอียดการใช้ประโยชน์) การออกแบบ/ผลิต/ประกอบ/ประกอบ
ราชบัณฑิตยสถาน สังกัด ส.ค.ส. ราชบัณฑิตยสถาน สังกัด ส.ค.ส.
2. (ระบุประโยชน์หรือผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นหลังจากนำผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์ไปใช้) ได้จัดทำ
ราชบัณฑิตยสถาน สังกัด ส.ค.ส. ราชบัณฑิตยสถาน สังกัด ส.ค.ส.

ลงชื่อ
(ชื่อ-สกุล นายไพโรจน์ เพชรพจน)
ตำแหน่ง ราชบัณฑิตยสถาน สังกัด ส.ค.ส.

หมายเหตุ : ผู้รับรองต้องเป็นองค์กร/ประธานชุมชน มิใช่รับรองในนามบุคคล และโปรดประทับตรารับรองในหนังสือฉบับนี้ด้วย