

การพัฒนาเทคโนโลยีการอบแห้งแบบป้องกันรังสีพลังงานแสงอาทิตย์ต้นทุนต่ำ
สำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มดวงทอง จังหวัดเพชรบูรณ์

DEVELOPMENT OF LOW COST RADIATION PROTECTION
SOLAR DRYING TECHNOLOGY FOR DUANG THONG COMMUNITY
ENTERPRISE GROUP IN PHETCHABUN PROVINCE

วันที่รับ: 30 มีนาคม 2565

วันที่แก้ไข: 15 สิงหาคม 2565

วันที่ตอบรับ: 18 สิงหาคม 2565

เสริมศักดิ์ ทิพย์วงศ์^{1*}, ศักดิ์ศิริชัย ศรีสวัสดิ¹

และ สุชาติ เขียนนอก¹

Sermsak Thipwong^{1*}, Saksirichai Srisawad¹

and Suchat Keownok¹

¹คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ จังหวัดเพชรบูรณ์ 67000

¹Faculty of Agricultural and Industrial Technology,

Phetchabun Rajabhat University, Phetchabun 67000

*Corresponding author e-mail: sermsak.thi@pcru.ac.th



บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบสมรรถนะ ประเมินความพึงพอใจ และถ่ายทอดเทคโนโลยีการอบแห้งแบบป้องกันรังสีพลังงานแสงอาทิตย์ต้นทุนต่ำ สำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มดวงทอง จังหวัดเพชรบูรณ์ วิธีดำเนินการวิจัย ดำเนินการพัฒนาต้นแบบเทคโนโลยีการอบแห้งแบบป้องกันรังสีพลังงานแสงอาทิตย์ต้นทุนต่ำ โดยการเลือกใช้วัสดุชนิดโพลีคาร์บอเนต มาสร้างเป็นห้องรับแสงอาทิตย์เป็นจากเดิมที่ใช้แผ่นกระจกใส หนา 5.0 มิลลิเมตร ติดด้วยแผ่นฟิล์มกรองแสง 80 เปอร์เซนต์ และนำมาทดสอบโดยนำมาใช้อบเนื้อมะขามหนัก 19,860 กรัม เป็นเวลา 6, 7 และ 8 ชั่วโมง ผลการทดสอบพบว่า อุณหภูมิในห้องอบสามารถวัดได้สูงสุดโดยเฉลี่ยที่ 52 องศาเซลเซียส ระหว่างเวลา 11.00–16.00 น. น้ำหนักของเนื้อมะขามหลังการอบลดลงมากที่สุด ที่ 1,217 กรัม เวลา 8 ชั่วโมง มีค่าความเข้มรังสี UVA และ UVB ภายในห้องอบค่าเฉลี่ย 0.22 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ จากนั้นทำการเปรียบเทียบสีและค่า CIELAB ของเนื้อมะขามก่อนและหลังอบ พบว่าค่าของ CIELAB หรือค่า L^* a^* b^* ไม่แตกต่างกัน โดยยังคงมีลักษณะสีเนื้อเป็นสีดำแกมเขียวอมเหลืองเช่นเดิม ผลการถ่ายทอดเทคโนโลยีการอบแห้งแบบป้องกัน

รังสีพลังงานแสงอาทิตย์ต้นทุนต่ำ สำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มดวงทอง จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยการนำตู้อบมาสาธิตการอบที่กลุ่มวิสาหกิจและวิทยากรถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับตู้อบให้กับสมาชิกกลุ่ม จำนวน 10 คน ทั้งสามด้านมีค่าเฉลี่ย 4.70 มีความพึงพอใจอยู่ที่ระดับมากที่สุด งานวิจัยนี้สามารถลดปัญหาหะขามเปลี่ยนสีในขั้นตอนการอบที่ทำให้หะขามเกิดความเสียหายจากการไหม้ที่ประมาณ 15–20 เปอร์เซ็นต์ลงได้ ส่งผลให้สมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มดวงทอง สามารถเพิ่มรายได้จากการอบในแต่ละครั้งอยู่ที่ 1,350–1,800 บาท

คำสำคัญ: การพัฒนา, เทคโนโลยีการอบแห้งแบบป้องกันรังสี, การถ่ายทอดเทคโนโลยี



Abstract

The research aimed to examine the efficiency, investigate the satisfaction and transfer the development of anti-radiation drying technology with low-cost solar power to improve the efficiency of drying process and keep quality of tamarind pulp for Duang Thong Community Enterprise in Phetchabun Province. The research methods for the development of prototype of anti-radiation drying technology with low-cost solar power started with the drying chamber, made from polycarbonate to absorb the sunlight, which originally was made of 5.0 mm clear glass, attached with 80% light-filtering film and was tested with drying 19,860 grams of tamarind pulp for 6, 7 and 8 hours, respectively. The results had showed that the highest measured temperature in the drying chamber was 52 degrees Celsius between 11.00 a.m. and 4.00 p.m. The weight of tamarind pulp that lost the most after drying process was 1,217 grams after 8 hours of baking with the average UVA and UVB radiation intensity within the chamber at $0.22 \mu\text{W}/\text{cm}^2$. Then, comparison the color and CIELAB values of tamarind pulp before and after drying revealed that the value of CIELAB or the value of $L^* a^* b^*$ was not significant, while the tamarind pulp still remained having black color blended with yellowish green as before. As for the technology transfer of anti-radiation drying with low-cost solar power, demonstration of the technology was performed to 10 members of Duang Thong Enterprise Group. The satisfaction of the participants was at highest level in three aspects. This study could reduce

the problems of discoloration of tamarind pulp during baking for 10–20% which could result in the increase of income from baking tamarind pulp for 1,350–1,800 baht.

Keywords: Development, Anti-radiation Drying Technology, Passing on Technology



บทนำ

จากการศึกษาข้อมูลมะขามเปรี้ยวในประเทศไทยจากรายงานของกรมส่งเสริมการเกษตร ปี 2564 มีปริมาณ 10,945.615 ตัน ที่ขายฝักและแปรรูปขายทั้งในประเทศและต่างประเทศ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2564) มะขามเปรี้ยวนิยมนำมาทำเป็นอาหาร เครื่องดื่ม ผลิตภัณฑ์พร้อมปรุง และเครื่องสำอาง ซึ่งในจังหวัดเพชรบูรณ์ได้มีการผลิตมะขามเปรี้ยวปี 2564 จำนวนถึง 1678.2 ตัน มีผู้ประกอบการหรือกลุ่มวิสาหกิจชุมชนนำมะขามเปรี้ยวไปสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจให้กับจังหวัดและประเทศ โดยเฉพาะกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มดวงทอง ตำบลห้วยโป่ง อำเภอหนองไผ่ จังหวัดเพชรบูรณ์ เป็นกลุ่มวิสาหกิจชุมชนที่ผลิตผลิตภัณฑ์มะขามจำหน่าย โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์จากมะขามเปรี้ยวมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ส่งขายภายในประเทศตามห้างสรรพสินค้า สร้างรายได้ให้กับกลุ่มจนกลายเป็นรายได้สำคัญ ตัวผลิตภัณฑ์มะขามเปรี้ยวอัดก้อนเคยได้รับรางวัลชนะเลิศ ปี 2559 จากสำนักงานพัฒนาชุมชน จังหวัดเพชรบูรณ์ กรมพัฒนาชุมชน กระทรวงมหาดไทย และเป็นสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ (OTOP) แต่ผ่านการคัดสรรแชมป์ผลิตภัณฑ์ (OTOP Product Champion) เพียงแค่ระดับ 4 ดาว มียอดความต้องการสั่งซื้อภายในประเทศเฉลี่ยเดือนละ 10,000 กล่อง ซึ่งสร้างรายได้ต่อเดือนเฉลี่ยเดือนละ 800,000–1,000,000 บาท และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นต่อเนื่อง ซึ่งจากการลงพื้นที่จริงเพื่อไปศึกษาข้อมูลปัญหาและข้อจำกัดของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มดวงทอง ได้ค้นพบประเด็นดังต่อไปนี้ พรรณนิภา เบี้ยสองดวง รองประธานกลุ่มวิสาหกิจกลุ่มดวงทอง ซึ่งมีหน้าที่เกี่ยวกับขั้นตอนการแปรรูปมะขามเปรี้ยว (สัมภาษณ์, 22 สิงหาคม 2561) กล่าวว่า กลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มดวงทอง ตำบลห้วยโป่ง อำเภอหนองไผ่ จังหวัดเพชรบูรณ์ ยังมีการจำหน่ายผลิตภัณฑ์จากมะขามอื่น ๆ อีกมากมาย ผลิตภัณฑ์มะขามแปรรูปต่าง ๆ ซึ่งต้องผ่านกระบวนการอบลดความชื้นในเนื้อมะขามเป็นเวลานาน กลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มดวงทองจะใช้เครื่องมืออีกแบบคือ การใช้เตาอบความร้อนจากแสงอาทิตย์ ซึ่งเป็นเตาอบที่มีลักษณะเป็นกล่องสี่เหลี่ยมผืนผ้าเป็นกระจกใส แต่มีปัญหาเรื่องไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ ทำให้มะขามที่ใช้อบเกิดการไหม้ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ชุดนั้นเสียหาย และอีกหนึ่งปัญหาสำคัญ คือ เนื้อมะขามจะเกิดการเปลี่ยนสี

เป็นสีดำไม่สวยงาม เมื่อผ่านขั้นตอนการอบ ประธานกลุ่มวิสาหกิจกลุ่มดวงทองจึงมีความต้องการให้ผู้วิจัยแก้ปัญหาโดยการพัฒนาเทคโนโลยีการอบแห้งแบบป้องกันรังสีพลังงานแสงอาทิตย์ต้นทุนต่ำ สำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มดวงทอง จังหวัดเพชรบูรณ์ เพื่อลดต้นทุนและเพิ่มปริมาณการผลิต



วัตถุประสงค์การวิจัย

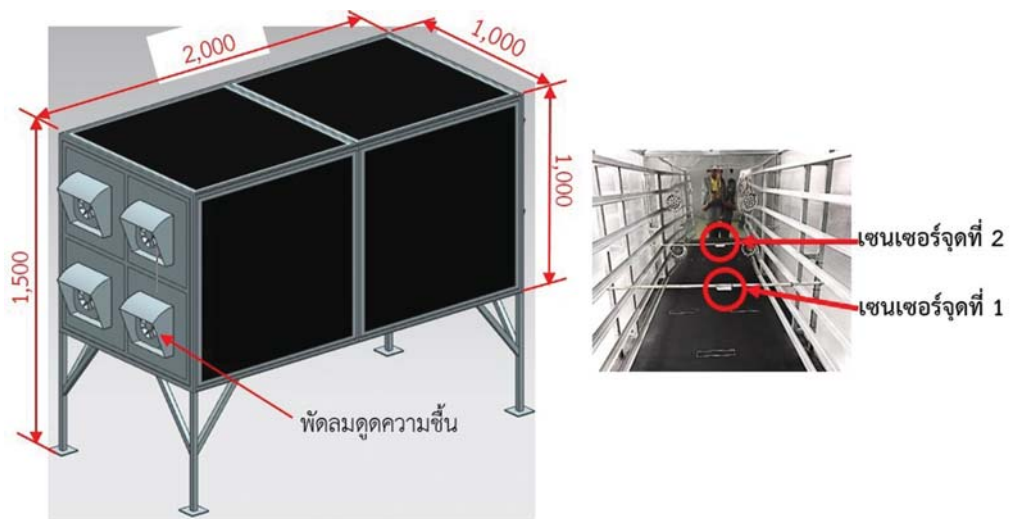
1. เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีการอบแห้งแบบป้องกันรังสีพลังงานแสงอาทิตย์ต้นทุนต่ำ สำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มดวงทอง จังหวัดเพชรบูรณ์
2. เพื่อทดสอบสมรรถนะ และประเมินความพึงพอใจเทคโนโลยีการอบแห้งแบบป้องกันรังสีพลังงานแสงอาทิตย์ต้นทุนต่ำ สำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มดวงทอง จังหวัดเพชรบูรณ์
3. เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีการอบแห้งแบบป้องกันรังสีพลังงานแสงอาทิตย์ต้นทุนต่ำ สำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มดวงทอง จังหวัดเพชรบูรณ์



วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาเทคโนโลยีการอบแห้งแบบป้องกันรังสีพลังงานแสงอาทิตย์ต้นทุนต่ำ สำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มดวงทอง จังหวัดเพชรบูรณ์ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. ทำการพัฒนาต้นแบบเทคโนโลยีการอบแห้งแบบป้องกันรังสีพลังงานแสงอาทิตย์ต้นทุนต่ำสำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มดวงทอง จังหวัดเพชรบูรณ์ ด้วยโปรแกรมออกแบบทางวิศวกรรมร่วมกับหลักการทางกายศาสตร์ในการสร้างแบบงานต้นแบบ โดยหลักการทำงานระหว่างคนกับต้นแบบเทคโนโลยีการอบแห้งแบบป้องกันรังสีพลังงานแสงอาทิตย์ต้นทุนต่ำ เครื่องคัดแยกฝักมะขามหวานจะเป็นแบบยืนปฏิบัติงาน จำนวน 1 คน ดังนั้นขนาดความกว้าง ความยาว ความสูง เท่ากับ $1,000 \times 2,000 \times 1,500$ มิลลิเมตร มีการติดเซนเซอร์วัดค่าความชื้น และอุณหภูมิ พัดลมดูดความชื้น (Green & Schwarz, 2001) ดังแสดงในภาพ 1 และภาพ 2



ภาพ 1 แบบงานต้นแบบเทคโนโลยีการอบแห้งแบบป้องกันรังสีพลังงานแสงอาทิตย์ต้นทุนต่ำ
สำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มดวงทอง จังหวัดเพชรบูรณ์



ภาพ 2 เซนเซอร์วัดค่าความชื้นและอุณหภูมิ ที่ใช้กับงานต้นแบบเทคโนโลยีการอบแห้ง
แบบป้องกันรังสีพลังงานแสงอาทิตย์ต้นทุนต่ำสำหรับ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มดวงทอง
จังหวัดเพชรบูรณ์

2. สร้างต้นแบบเทคโนโลยีการอบแห้งแบบป้องกันรังสีพลังงานแสงอาทิตย์ต้นทุนต่ำ
สำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มดวงทอง จังหวัดเพชรบูรณ์ ตามแบบร่างต้นแบบที่ได้ออกแบบไว้
โดยวัสดุที่รับแสงอาทิตย์สำหรับทำความร้อน เป็นกระจกใสหนา 5 มิลลิเมตร จากนั้นติด
แผ่นฟิล์มกรองแสง 80 เปอร์เซ็นต์ ด้านในห้องอบเพื่อป้องกันรังสี (Reynolds & Susan, 1998)
ดังแสดงในภาพ 3



ภาพ 3 ต้นแบบเทคโนโลยีการอบแห้งแบบป้องกันรังสีพลังงานแสงอาทิตย์ต้นทุนต่ำ
สำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มดวงทอง จังหวัดเพชรบูรณ์

3. ทดลองใช้ต้นแบบเทคโนโลยีการอบแห้งแบบป้องกันรังสีพลังงานแสงอาทิตย์ต้นทุนต่ำ
สำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มดวงทอง จังหวัดเพชรบูรณ์ ที่พัฒนาขึ้นเพื่อให้ต้นแบบ
ที่พัฒนาขึ้นมีความสมบูรณ์เหมาะสมที่จะนำไปใช้ โดยการทดสอบใช้งานปรากฏว่าอุณหภูมิ
ภายในห้องอบยังไม่เป็นไปตามความต้องการ แต่สามารถป้องกันรังสีได้ดีจึงได้ทำการปรับปรุง
วัสดุที่ใช้ในการรับแสงใหม่ และปรับปรุงโครงสร้างด้านบนเพื่อให้รับแสงและทำอุณหภูมิ
ให้สูงขึ้น (Hislop, 1992) ดังแสดงในภาพ 4



ภาพ 4 การทดลองใช้ต้นแบบเทคโนโลยีการอบแห้งแบบป้องกันรังสี
พลังงานแสงอาทิตย์ต้นทุนต่ำ

4. ปรับปรุงต้นแบบให้เหมาะสมจากการทดสอบเบื้องต้นโดยได้ปรับแก้ไขขนาดตัวโครงสร้างด้านบนให้เป็นรูปจั่วให้การรับแสงอาทิตย์สำหรับทำอุณหภูมิสูงขึ้น โดยมีขนาดความกว้าง ความยาว ความสูง เท่ากับ $1,000 \times 2,000 \times 2,000$ มิลลิเมตร และทำการเปลี่ยนวัสดุในการป้องกันรังสีเป็นแบบโปร่งแสง แบบลูกฟูก ซึ่งเรียกวัสดุนี้ว่า โพลีคาร์บอเนต (Polycarbonate) (รัฐพงษ์ โปเคน และวิศิษศักดิ์ เสงี่ยมศักดิ์, 2563) สามารถป้องกันรังสี UVA และรังสี UVB (UVA และ UVB คืออะไร, 2563) ได้ และทดสอบสมรรถนะต้นแบบเทคโนโลยีการอบแห้งแบบป้องกันรังสีพลังงานแสงอาทิตย์ต้นทุนต่ำ สำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มดวงทอง จังหวัดเพชรบูรณ์ ดังแสดงในภาพ 5



ตำแหน่งแสดงอุณหภูมิ
และความชื้นภายในห้องอบ
ต้นแบบตู้อบแห้ง

ภาพ 5 ต้นแบบเทคโนโลยีการอบแห้งแบบป้องกันรังสีพลังงานแสงอาทิตย์ต้นทุนต่ำ
สำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มดวงทอง จังหวัดเพชรบูรณ์

5. การนำต้นแบบที่สมบูรณ์ไปทดลองใช้งานกับผู้ใช้งานเทคโนโลยีการอบแห้งแบบป้องกันรังสีพลังงานแสงอาทิตย์ต้นทุนต่ำ ในกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มดวงทอง จังหวัดเพชรบูรณ์

6. การทดสอบสมรรถนะเทคโนโลยีการอบแห้งแบบป้องกันรังสีพลังงานแสงอาทิตย์ต้นทุนต่ำ สำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มดวงทอง จังหวัดเพชรบูรณ์

7. ทำการการถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มดวงทอง จังหวัดเพชรบูรณ์ ด้วยการนำคู่มือมาสาธิตการอบที่กลุ่มวิสาหกิจ และวิทยากรได้ถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับตู้อบให้กับสมาชิกกลุ่มจำนวน 10 คน ซึ่งเป็นสมาชิกของกลุ่มดวงทอง



ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้ทำการทดสอบการอบแห้งมะขามโดยทำการทดสอบ จำนวน 10 ครั้ง โดยทำการทดสอบที่เวลา 6 ชั่วโมง 7 ชั่วโมง และ 8 ชั่วโมง ตามลำดับ โดยในตาราง 1 เป็นค่าน้ำหนักและความชื้นของมะขาม ตาราง 3 เป็นค่าสีของเนื้อมะขาม (Vargas et al., 1996) ซึ่งการทดสอบตามเวลาดังกล่าวเป็นระยะเวลาที่สามารถรับแสงอาทิตย์มาใช้ในการอบ และสอดคล้องกับการทำงานของสมาชิกของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มดวงทอง จังหวัดเพชรบูรณ์ ในแต่ละวัน ได้ทำการชั่งน้ำหนัก วัดความชื้น ระยะเวลา สีของเนื้อมะขาม อุณหภูมิ และตาราง 2 จะเป็นค่ารังสี UVA และรังสี UVB ซึ่งผลการทดสอบมีผลดังนี้

1. ผลของน้ำหนักและความชื้นที่ใช้ระยะเวลาในการอบที่แตกต่างกัน

ตาราง 1 ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักมะขามและความชื้นที่ลดลงตามระยะเวลาการอบมะขามที่แตกต่างกัน

ระยะเวลาในการอบ (ชั่วโมง)	น้ำหนักก่อนอบ (กรัม)	น้ำหนักหลังอบ (กรัม)	น้ำหนักที่หายไป (กรัม)	ความชื้นลดลง (เปอร์เซ็นต์)
6	19,860	19,614	246	15
7	19,860	19,306	554	20
8	19,860	18,643	1217	30

จากตาราง 1 ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักมะขามและความชื้นที่ลดลงตามระยะเวลาในการอบ พบว่าเมื่อความชื้นลดลงจะทำให้น้ำหนักมะขามลดลงด้วย ซึ่งค่าความชื้นจะเป็นการวัดค่าความชื้นก่อนที่จะทำการอบ โดยตู้อบสามารถบอกเปอร์เซ็นต์ค่าความชื้นได้และเมื่อถึงระยะเวลาที่ทำการบันทึกสามารถนำค่าความชื้นขณะนั้นลบด้วยค่าความชื้นก่อนที่จะอบ

2. ค่ารังสี UVA UVB และอุณหภูมิ แต่ละช่วงเวลาของตู้อบมะขาม

ตาราง 2 สรุปผลการหาค่ารังสี UVA รังสี UVB และอุณหภูมิ

ช่วงเวลาในการอบ	จุดที่ 1			จุดที่ 2		
	UVA ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$)	UVB ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$)	อุณหภูมิ	UVA ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$)	UVB ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$)	อุณหภูมิ
09.00–10.00	0.21	0.21	42°C	0.21	0.21	42°C

ช่วงเวลา ในการอบ	จุดที่ 1			จุดที่ 2		
	UVA ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$)	UVB ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$)	อุณหภูมิ	UVA ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$)	UVB ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$)	อุณหภูมิ
10.00–11.00	0.21	0.21	45°C	0.21	0.21	45°C
11.00–12.00	0.24	0.24	53°C	0.24	0.24	53°C
12.00–13.00	0.25	0.25	58°C	0.25	0.25	58°C
13.00–14.00	0.26	0.26	58°C	0.26	0.26	58°C
14.00–15.00	0.25	0.25	56°C	0.25	0.25	56°C
15.00–16.00	0.19	0.19	54°C	0.19	0.19	54°C
16.00–17.00	0.17	0.17	47°C	0.17	0.17	47°C

จากตาราง 2 ผลการหาค่ารังสี UVA และรังสี UVB พบว่ามีค่ารังสี UVA และรังสี UVB ที่ความเข้มรังสีเฉลี่ย $0.22 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ โดยที่ช่วงเวลาในการอบที่ 13.00–15.00 น. เป็นช่วงเวลาที่มีความเข้มรังสีสูงสุด ช่วงเวลานี้ค่ารังสี UVA และรังสี UVB ที่วัดได้ภายนอกตู้อบมีค่าเฉลี่ยประมาณ $25 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ ซึ่งตู้อบสามารถป้องกันแสง UVA และ UVB ได้ที่ 88 เปอร์เซ็นต์

3. ค่าสีของเนื้อมะขามก่อนและหลังอบ

ตาราง 3 สรุปผลการหาค่าสีของเนื้อมะขามก่อนและหลังอบ ที่ 6, 7 และ 8 ชั่วโมง

เวลาใน การอบ (ชั่วโมง)	สีเนื้อมะขามก่อนอบ						สีเนื้อมะขามหลังอบ					
	จุดที่ 1			จุดที่ 2			จุดที่ 1			จุดที่ 2		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
6	25.45	-4.29	6.12	25.45	-4.29	6.12	26.09	-2.68	3.27	26.25	-1.65	3.25
7	25.45	-4.29	6.12	25.45	-4.29	6.12	26.26	-1.76	2.48	26.32	-1.68	2.36
8	25.45	-4.29	6.12	25.45	-4.29	6.12	26.31	-1.79	2.51	26.30	-1.70	2.95

หมายเหตุ

L* ใช้กำหนดค่าความสว่าง
(Lightness)

L = 0 สีที่ได้จะมีดำเป็นสีดำ

L = 100 สีที่ได้จะสว่าง

เป็นสีขาว

a* ใช้กำหนดสีแดง
หรือสีเขียว

a เป็น + วัตถุมีสีออกแดง

a เป็น - วัตถุมีสีออกเขียว

b* ใช้กำหนดสีเหลือง
หรือสีน้ำเงิน

b เป็น + วัตถุมีสีออกเหลือง

b เป็น - วัตถุมีสีออกน้ำเงิน

4. ผลการถ่ายทอดเทคโนโลยีการอบแห้งแบบป้องกันรังสีพลังงานแสงอาทิตย์ต้นทุนต่ำ
สำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มดวงทอง จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยทำการถ่ายทอดให้ความรู้ให้กับ
สมาชิกกลุ่มดวงทอง จำนวน 10 คน ซึ่งเป็นสมาชิกของกลุ่มดวงทอง

ตาราง 4 สรุปผลค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลความพึงพอใจในการจัดกิจกรรม
การถ่ายทอดเทคโนโลยี

ประเด็นการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	แปลความ
ด้านกระบวนการถ่ายทอดความรู้			
1. ทีมวิทยากรมีความรู้ความสามารถ และประสบการณ์ตรงกับการถ่ายทอดเทคโนโลยี	4.60	0.516	มากที่สุด
2. เทคนิค วิธีการถ่ายทอดความรู้ของวิทยากรง่ายต่อการเข้าใจ	4.40	0.516	มาก
3. ความสามารถในการอธิบาย ตอบข้อซักถามของทีมวิทยากร	4.50	0.527	มาก
4. สื่อที่ใช้ในการถ่ายทอดความรู้มีความหลากหลายและเหมาะสมกับหัวข้อที่ถ่ายทอดเทคโนโลยี	4.00	0.943	มาก
5. ระยะเวลาในการถ่ายทอดเทคโนโลยี	4.40	0.699	มาก
ค่าเฉลี่ย	4.38	0.640	มาก
ด้านความรู้ความเข้าใจ			
1. ความรู้ก่อนเข้าร่วมการถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกี่ยวกับเทคโนโลยีการอบแห้งแบบป้องกันรังสีพลังงานแสงอาทิตย์ต้นทุนต่ำ	3.00	0.000	ปานกลาง
2. ความรู้หลังเข้าร่วมการถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกี่ยวกับเทคโนโลยีการอบแห้งแบบป้องกันรังสีพลังงานแสงอาทิตย์ต้นทุนต่ำ	4.50	0.527	มาก
ค่าเฉลี่ย	3.75	0.264	มาก
ด้านการนำไปใช้ประโยชน์			
1. ท่านสามารถนำองค์ความรู้และเทคโนโลยีที่ได้รับสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในชีวิตประจำวัน	4.70	0.483	มากที่สุด
2. ความรู้หลังเข้าร่วมการถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกี่ยวกับเทคโนโลยีการอบแห้งแบบป้องกันรังสีพลังงานแสงอาทิตย์ต้นทุนต่ำ	4.70	0.483	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.70	0.483	มากที่สุด



อภิปรายผลการวิจัย

จากการวิจัยในครั้งนี้พบว่างานวิจัยนี้เป็นการเลือกใช้วัสดุในการทำตู้อบที่มีต้นทุนต่ำ ซึ่งการออกแบบเก่าของกลุ่มสามารถอบมะขามได้ในแต่ละครั้งได้ 10,000 กรัม และจะมีมะขามเกิดความเสียหายจากการไหม้ที่ประมาณ 15–20 เปอร์เซ็นต์ มะขามส่วนที่เสียหายจำเป็นต้องทิ้งไป จึงทำให้ขาดรายได้จากการอบในแต่ละครั้งอยู่ที่ 1,350–1,800 บาท งานวิจัยในครั้งนี้การออกแบบครั้งแรกสามารถอบมะขามได้ 19,860 กรัม วัสดุที่รับแสงอาทิตย์สำหรับทำความร้อนเป็นกระจกใสหนา 5 มิลลิเมตร จากนั้นติดแผ่นฟิล์มกรองแสง 80 เปอร์เซ็นต์ ด้านในห้องอบเพื่อป้องกันรังสี โดยการทดสอบใช้งานปรากฏว่าอุณหภูมิภายในห้องอบยังไม่เป็นไปตามความต้องการ แต่สามารถป้องกันรังสีได้ดีซึ่งทำให้เวลาในการอบใช้เวลานานขึ้นและมีต้นทุนเฉลี่ยต่อเครื่องอยู่ที่ 10,000 บาท จึงได้ทำการปรับเปลี่ยนวัสดุที่รับแสงอาทิตย์เป็นโพลีคาร์บอเนต และได้ปรับแก้ไขขนาดตัวโครงสร้างด้านบนให้เป็นรูปจั่วให้การรับแสงอาทิตย์สำหรับทำอุณหภูมิสูงขึ้น (ธีรพงศ์ บริรักษ์, 2562, น. 14) ซึ่งสามารถป้องกันรังสี UVA และรังสี UVB ได้ และอุณหภูมิในห้องอบสูงขึ้น และมีราคาเฉลี่ยต่อเครื่องอยู่ที่ 6,000 บาท ซึ่งถูกกว่าแบบที่เป็นกระจกใสหนา 5 มิลลิเมตร ติดแผ่นฟิล์มกรองแสง 80 เปอร์เซ็นต์ จากการทดลองสามารถป้องกันรังสี UVA และรังสี UVB ไว้ได้ไม่เกิน $0.26 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ ซึ่งจะส่งผลให้สีของมะขามมีสีส้มสวยงามไม่ดำจนเกินไปที่จะทำให้มะขามเกิดการไหม้ได้ เนื้อของมะขามจะเกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นสีดำไม่สวยงาม คำนวณน้ำหนักของมะขามที่หายไปมากที่สุดจากการอบแห้งที่ช่วงเวลา 6, 7 และ 8 ชั่วโมง (Vargas et al., 1996) คือที่ 8 ชั่วโมง อุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละวันต่ำสุด 42 องศาเซลเซียส ที่เวลา 09.00–10.00 น. สูงสุด 58 องศาเซลเซียส ที่เวลา 12.00–14.00 น. เป็นอุณหภูมิที่สามารถอบแห้งมะขามได้ (ภูมิใจ สอาดโฉม และคนอื่น ๆ, 2560) และการถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชน กลุ่มดวงทอง จังหวัดเพชรบูรณ์ ด้วยการนำตู้อบมาสาธิตการอบที่กลุ่มวิสาหกิจ และได้ให้วิทยากรถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับตู้อบให้กับสมาชิกกลุ่ม จำนวน 10 คน ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนสามารถนำความรู้ที่ได้จากการอบรมนำไปประยุกต์ใช้ได้ในชีวิตประจำวันและนำองค์ความรู้ไปถ่ายทอดต่อได้ (พิสนุ พองศรี, 2551)



สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาเทคโนโลยีการอบแห้งแบบป้องกันรังสีพลังงานแสงอาทิตย์ ต้นทุนต่ำ สำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มดวงทอง จังหวัดเพชรบูรณ์ ซึ่งผลการทดสอบระยะเวลาในการอบที่ 6, 7 และ 8 ชั่วโมง ตามลำดับ น้ำหนักของมะขามเปรี้ยวอัดแห้ง โดยก่อนอบแห้ง 19,860 กรัม และหลังการอบแห้งน้ำหนักหายไป 246, 554 และ 1,217 กรัม ตามลำดับ ส่วนอุณหภูมิภายในห้องอบแห้งทั้งจุดที่ 1 และจุดที่ 2 มีอุณหภูมิเฉลี่ย 52 องศาเซลเซียส ช่วงเวลาที่อุณหภูมิภายในห้องอบแห้งสูง คือ 11.00–16.00 น. ค่าความชื้นหลังการอบที่เวลา 8 ชั่วโมง มีค่าความชื้นลดลงเฉลี่ย 30 เปอร์เซ็นต์ ใช้เวลาอบนานขึ้นจะทำให้มะขามเปรี้ยวอัดแห้งมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นลดลงมากขึ้น ค่ารังสี UVA และรังสี UVB ภายในห้องอบแห้งมีค่าความเข้มรังสีเฉลี่ย $0.22 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ สามารถป้องกันแสงรังสี UVA และ UVB ได้ที่ 88 เปอร์เซ็นต์ ค่าสีของเนื้อมะขามก่อนและหลังอบมีค่าของ CIELAB หรือค่า $L^* a^* b^*$ ไม่แตกต่างกัน มีลักษณะสีเนื้อเป็นสีดำแกมเขียวอมเหลือง จุดที่ 1 และจุดที่ 2 มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันมาก คือ สีเนื้อมะขามอัดแห้งแปรรูปหลังการอบมีลักษณะสีเนื้อเป็นสีดำแกมเขียวอมเหลือง สาเหตุเนื่องจากมะขามเปียกโร้เมล็ดที่นำมาทำการทดสอบเป็นมะขามเก่าเก็บเป็นเวลานาน ทำให้สีเนื้อมะขามเปลี่ยนแปลงส่งผลกระทบต่อตัวแปรในการวิจัย ผลการถ่ายทอดเทคโนโลยีการอบแห้งแบบป้องกันรังสีพลังงานแสงอาทิตย์ต้นทุนต่ำ สำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มดวงทอง จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยทำการถ่ายทอดให้ความรู้ให้กับสมาชิกกลุ่มดวงทอง จำนวน 10 คน ทั้งสามด้านมีค่าเฉลี่ย 4.70 มีความพึงพอใจอยู่ที่ระดับมากที่สุด (สุวิมล ติรภานันท์, 2543)

ข้อเสนอแนะการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. จากการทดสอบเครื่องอบแห้งมะขามพบว่าสามารถอบแห้งมะขามได้ ลดความเสียหายจากการไหม้ที่จะเกิดขึ้นกับมะขาม ที่ประมาณ 15–20 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้สมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มดวงทอง สามารถเพิ่มรายได้จากการอบในแต่ละครั้งอยู่ที่ 1,350–1,800 บาท งานวิจัยในครั้งนี้จึงสามารถเพิ่มผลผลิตและรายได้ให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มดวงทองได้
2. จากผลการถ่ายทอดเทคโนโลยีการอบแห้งแบบป้องกันรังสีพลังงานแสงอาทิตย์ ต้นทุนต่ำ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มดวงทอง สามารถนำเทคโนโลยีการอบแห้งแบบป้องกันรังสีพลังงานแสงอาทิตย์ต้นทุนต่ำไปช่วยในการเพิ่มผลผลิตการอบแห้งมะขามด้วยตัวเองได้

ข้อเสนอแนะการวิจัยครั้งต่อไป

1. ในการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการอบแห้งแบบป้องกันรังสีพลังงานแสงอาทิตย์ต้นทุนต่ำ สำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มดวงทอง จังหวัดเพชรบูรณ์ เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการทำอุณหภูมิสูงขึ้นควรมีการดัดแปลงวัสดุที่สามารถสะท้อนแสงภายในห้องอบโดยที่ยังคงอาศัยพลังงานแสงอาทิตย์ต้นทุนต่ำ
2. ควรมีการวิจัยเพื่อแก้ปัญหาเนื้อมะขามเมื่อโดนอากาศเป็นเวลานาน หรือโดนความร้อนเป็นเวลานาน ๆ จะทำให้เนื้อมะขามเกิดสีดำคล้ำดูไม่น่ารับประทาน
3. มะขามที่เกิดเป็นสีดำคล้ำดูไม่น่ารับประทาน ควรมีงานวิจัยเพื่อนำมะขามเหล่านี้ไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อย่างอื่นที่สีของมะขามไม่มีอิทธิพลต่อผู้บริโภค
4. มะขามที่นำมาอบแห้งควรเป็นมะขามที่ไม่แก่เกินไปเป็นเวลานาน ๆ



กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดีต้องขอขอบคุณกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ และสถาบันวิจัยและพัฒนา ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัย ภายใต้แผนงานยุทธศาสตร์การวิจัยและนวัตกรรมโครงการวิจัยและนวัตกรรม ครั้งที่ ขอขอบพระคุณกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มดวงทอง ตำบลห้วยโป่ง อำเภอหนองไผ่ จังหวัดเพชรบูรณ์ ที่ให้ข้อมูลประกอบการวิจัย เพื่อให้งานวิจัยครั้งนี้เสร็จสมบูรณ์ด้วยดี

สุดท้ายนี้ คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุกท่านที่ให้คำแนะนำและให้ความช่วยเหลือสนับสนุนจนทำให้งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ ขอขอบพระคุณ ณ โอกาสนี้ด้วย



เอกสารอ้างอิง

- กรมส่งเสริมการเกษตร. (2564, 27 กันยายน). รายงานข้อมูลภาวะการผลิตพืช. <https://production.doae.go.th/service/data-state-product/>
- ธีรพงศ์ บริรักษ์. (2562). การเพิ่มประสิทธิภาพเชิงความร้อนของตู้อบแห้ง โดยการปรับมุมเอียง คล้อยตามแสงอาทิตย์. วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 14(1), 23–32.
- พิสนุ พองศรี. (2551). เทคนิควิธีประเมินโครงการ (พิมพ์ครั้งที่ 5). พรอพเพอร์ตี้พริ้นท์.

- ภูมิใจ สอาดโณม, ปิยวรรณ ศุภวิฑิตพัฒนา, และธวัชชัย ศุภวิฑิตพัฒนา. (2560). ศึกษาผลของระดับอุณหภูมิอบแห้งต่อการเปลี่ยนแปลงความชื้นของแผ่นโพนมะขามเปรี้ยวระหว่างการอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรดไกล. ใน *การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทยระดับชาติ ครั้งที่ 18 ประจำปี 2560* (น. 1-5). สมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย.
- รัฐพงษ์ โปเคน และวิศิษฐ์ศักดิ์ เสี่ยงมศักดิ์. (2563). ตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์. *วารสารวิชาการ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ*, 6(1), 48-57.
- สุวิมล ตีรกานันท์. (2543). *การประเมินโครงการ: แนวทางสู่การปฏิบัติ* (พิมพ์ครั้งที่ 2). ภาควิชาการประเมินและการวิจัย คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- Green, M. G., & Schwarz, D. (2001). *Solar Drying Equipment: Notes on Three Driers*. GATE Technical Information E015e.
- Hislop, D. (1992). *Energy Options – Chapter 3: Heat from Solar Energy*. Intermediate Technology Development Group.
- Reynolds & Susan. (1998). *Drying Foods Out-of-Doors*. University of Florida Cooperative Extension Service.
- UVA และ UVB คืออะไร. (2563, 25 ธันวาคม). บริษัท เลกะคอร์ดปอเรชั่น จำกัด. <https://legatool.com/wp/4842/>
- Vargas, T. V., & Camacho, S. A. (1996). *Solar Drying of Fruits and Vegetables: Experiences in Bolivia*. FAKT, Energetica.