วารสารเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี | Agriculture and Technology Journal

ปีที่ 2 ฉบับที่ 3 กันยายน – ธันวาคม 2564 | Vol.2 No.3 September – December 2021

Received: September 22, 2021; Revised: November 10, 2021; Accepted: November 15, 2021

ตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยระบบไฮบริด

Solar-powered banana oven with hybrid system

ยศพล จูฑะโยธิน[1] สราวุฒิ เพ็ชรทับทิม[1] วัชรพล อินเกสร[1] ทินกร ชุณหภัทรกุล[1]
ฐิติยา เนตรวงษ์[1] และสุระสิทธิ์ ทรงม้า[1*]

Yosspon Jutayothin[1], Sarawut Phetthabtim[1], Watcharapon Inkesorn[1],
Thinnagorn Chunhapataragul[1], Titiya Netwong[1] and Surasit Songma[1*]

[1]*คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสวนดุสิต จังหวัดกรุงเทพมหานคร*

**Corresponding Author E-mail Address: surasit_son@dusit.ac.th*

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยระบบไฮบริด และ 2) ประเมินประสิทธิภาพตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยระบบไฮบริด โดยระบบไฮบริดเป็นการใช้หลักการหมุนเวียนอากาศร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์และระบายความชื้นด้วยวิธีธรรมชาติ อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบด้วย ไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU ESP8266 เป็นตัวควบคุมการทำงานร่วมกับเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ DHT22 จอแสดงผล LCD 16x2 พัดลมดูดอากาศ 12V หลอดไฟฮาโลเจน 12V และตัวควบคุมการเปิด-ปิด (Relay 4 Module) โดยเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นจะตรวจหาค่าอุณหภูมิ และความชื้นภายในตู้อบกล้วย ส่งผลค่าอุณหภูมิ และความชื้นผ่านบอร์ดไปยังจอแสดงผล LCD พร้อมแจ้งเตือนค่าอุณหภูมิและความชื้นแบบเรียลไทม์ผ่านแอปพลิเคชัน Line และสามารถความคุม Relay ผ่านแอปพลิเคชัน Blynk และบอร์ดจะสั่งการให้ Relay เป็นตัวควบคุมการเปิด-ปิด การทำงานของหลอดไฟ และพัดลม ผลการประเมินประสิทธิภาพของตู้อบกล้วย พบว่าตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยระบบไฮบริดใช้เวลาการตากกล้วยน้อยกว่าวิธีแบบตากธรรมชาติกว่าเฉลี่ย 2-3 วัน การประเมินประสิทธิภาพของตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยระบบไฮบริด (ในห้องปฏิบัติการ) ระบบสามารถทำงานได้ตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: ตู้อบกล้วย พลังงานแสงอาทิตย์ ระบบไฮบริด

Abstract

The purposes of this research were: 1) create a solar-powered banana oven with a hybrid system, and 2) evaluating the performance of solar-powered banana oven with a hybrid system. The hybrid system was to use the principle of circulating hot air from solar energy and dehumidification by natural methods. The equipment used includes the NodeMCU ESP8266 microcontroller was a controller compatible with the DHT22 temperature sensor, 16x2 LCD display, 12V exhaust fan, 12V halogen lamp, and relay 4 Module. Temperature and humidity sensor will check the temperature and humidity value inside the banana dryer and send temperature and humidity values via the board to the LCD display and alert the temperature and humidity values in real time through the LINE application and can control the Relay via the Blynk application and the board will order the Relay was an on-off control the lamp and fan operation. The efficiency result shown that of the banana dryer concluded that the solar banana dryer with a hybrid method takes less time to dry the bananas than the average natural drying method for 2-3 days. Assessment of the efficiency of a solar banana dryer with a hybrid system in the laboratory. The system can operate according to the specified conditions. It was set up to evaluate the effectiveness.

Keywords: Banana oven, Solar-powered, Hybrid system

บทนำ

วิธีการทำกล้วยตากแบบภูมิปัญญาชาวบ้านนั้น มีวิธีการทำโดยนำกล้วยมาผ่าครึ่งและนำไปตากแดดเพื่อยืดอายุในการเก็บรักษากล้วยน้ำว้าให้สามารถเก็บไว้รับประทานได้นานขึ้นเพื่อรักษาคุณค่าสารอาหารในกล้วยให้คงอยู่ ซึ่งส่วนใหญ่พบปัญหาการไม่สามารถควบคุมคุณภาพความแห้งของผลผลิตได้ตามต้องการ เพราะความร้อนจากแสงอาทิตย์หรืออุณหภูมิของแต่ละช่วงเวลาของวันไม่สม่ำเสมอ และแต่ละฤดูกาลนั้นมีสภาพอากาศไม่เหมือนกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการตากกล้วยในช่วงฤดูฝนนั้นเสี่ยงต่อสภาพอากาศที่แปรปรวน บางช่วงสภาพอากาศมีเมฆครึ้ม หรือมีแสงแดดไม่เพียงพอต่ออุณหภูมิที่กล้วยต้องการทำให้ไม่สามารถควบคุมความร้อนจากแสงอาทิตย์ รวมถึงอุณหภูมิและความชื้นในอากาศได้ โดย กรมวิทยาศาสตร์บริการ (2559) กล่าวว่า ความเหมาะสมของอุณหภูมิที่ใช้สำหรับตากกล้วยอยู่ที่ 70 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการใช้ตากขึ้นอยู่กับอุณหภูมิเพื่อให้กล้วยลดความชื้นให้เหลือตามที่ต้องการ มีการบ่มในขั้นตอนสุดท้ายก่อนนำสู่ตลาด ซึ่งหากใช้วิธีตากกล้วยด้วยความร้อนจากแสงอาทิตย์ อาจไม่สามารถควบคุมคุณภาพ เวลา และปริมาณผลผลิตได้ เป็นผลทำให้คุณภาพและปริมาณผลผลิตไม่เป็นไปตามต้องการ ชาวบ้านยังคงทำกล้วยตากแบบดั้งเดิมที่ตากกับไม้ไผ่ วิธีดังกล่าวถึงแม้จะทำได้ง่ายและเสียค่าใช้จ่ายน้อย แต่ผลผลิตที่ได้นั้นมักเสียหายจากการเปียกฝน และถูกทำลายด้วยนกหรือแมลงต่าง ๆ อีกทั้งกล้วยยังถูกปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกจากสภาพแวดล้อมได้ง่าย

ปัจจุบันมีการใช้เทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ทำโรงอบกล้วยแบบโดม แต่มีต้นทุนในการสร้างสูง ใช้พื้นที่และอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างมาก ราคาประมาณโดมละ 2 แสน ถึง 1 ล้านบาท จึงไม่เหมาะสำหรับชาวบ้านที่ทำกล้วยแบบครัวเรือนเพราะใช้ต้นทุนในการสร้างสูง โดย เสริม และบุศรากรณ์ (2559) ได้มีการนำเอาเทคโนโลยีมาใช้ในชุมชนกล้วยตาก อำเภอบางกระทุ่ม จังหวัดพิษณุโลก โดยนำเอาเทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ แต่ยังไม่มีเทคโนโลยีในการตรวจวัดอุณหภูมิ ความชื้น ไม่สามารถปรับค่าอุณหภูมิ ความชื้น และควบคุมอุณหภูมิความร้อนของแสงที่จะทำให้กล้วยตากสุกได้

จากที่กล่าวมาข้างต้น คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการสร้างตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยระบบไฮบริด โดยระบบไฮบริด คือ การใช้หลักการหมุนเวียนอากาศร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์และระบายความชื้นด้วยวิธีธรรมชาติ เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่ง (Internet of Things: IoT) ให้ทำงานร่วมกับพลังงานแสงอาทิตย์ และสามารถควบคุมอุณภูมิ ความชื้น รายงานผลต่าง ๆ ได้ผ่านอุปกรณ์มือถือที่เชื่อมต่อระบบอินเทอร์เน็ตได้ด้วย ซึ่งจะช่วยให้การทำกล้วยตากสะดวก รวดเร็ว และควบคุมคุณภาพได้ดีขึ้น วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้คือ เพื่อสร้างตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยระบบไฮบริด และประเมินประสิทธิภาพตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยระบบไฮบริด ผลจากการวิจัยจะสามารถสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับกล้วยตาก ลดต้นทุนการผลิตการสร้างตู้อบให้มีประสิทธิภาพในการใช้งานต่อไป

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

1. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาและพัฒนาโมบายแอปพลิเคชัน

1.1 ฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในการพัฒนา

1.1.1 แผงโซล่าเซลล์ 20 วัตต์ MODEL: watt 12v poly-crystalline ทำหน้าที่แปลงพลังงานแสงหรือโฟตอนเป็นพลังงานไฟฟ้า

1.1.2 โทรศัพท์มือถือสมาร์ทโฟน ระบบปฏิบัติการแอนดรอย์ (Android) ใช้รับค่าแสดงผลผ่านแอปพลิเคชันไลน์ (Line) และแอปพลิเคชันบลิ้ง (Blynk)

1.1.3 คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ที่มีคุณสมบัติเทียบเท่าหรือสูงกว่านี้ คือ หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) intel CORE และหน่วยความจำหลักขนาด 8 GB ติดตั้งระบบปฏิบัติการ Windows 10 ชนิด 64 bit ใช้สำหรับเขียนโปรแกรม

1.1.4 เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น (DHT22) ใช้ตรวจวัดค่าอุณหภูมิความร้อนและความชื้น

1.1.5 แบตเตอรี่รถยนต์ (GS รุ่น 110D26L-MF 12v 65Ah) ใช้สำหรับกักเก็บพลังงาน

1.1.6 บอร์ด (NodeMCU V2 ESP8266) ใช้สำหรับการเขียนโค้ดคำสั่งไปยังตัวอุปกรณ์

1.1.7 จอแสดงผล (LCD 16x12) ใช้แสดงค่าอุณหภูมิความร้อนและความชื้นผ่านหน้าจอ

1.1.8 บอร์ดรีเลย์ (Relay Module 4 Channels) ใช้ควบคุมเปิด-ปิดอุปกรณ์

1.1.9 บอร์ดทดลอง (Breadboard 400 holes) ใช้ทดลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์

1.1.10 สายไฟจัมเปอร์ (Jumper) ใช้เพื่อเชื่อมต่อส่วนประกอบของบอร์ดทดลอง (Breadboard) หรือต้นแบบหรือวงจรทดสอบอื่น ๆ ภายในหรือกับอุปกรณ์หรือส่วนประกอบอื่น ๆ

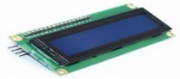
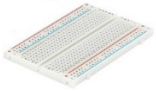
1.1.11 สายยูเอสบี (USB) ใช้เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์หรือโน๊ตบุ๊ก

1.1.12 พัดลมดูดอากาศ (Sunon) ใช้สำหรับระบายความชื้น

1.1.13 โมดูลเรกูเลเตอร์ (Step Down DC-to-DC) ใช้สำหรับแปลงไฟ

ตัวอย่างฮาร์ดแวร์เพื่อที่ใช้ในการพัฒนานำเสนอดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 อุปกรณ์และเซ็นเซอร์ที่เลือกใช้ในการทำฮาร์ดแวร์ตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยระบบไฮบริด

รูปอุปกรณ์	ชื่ออุปกรณ์	การทำงาน
	บอร์ด NodeMCU V2 ESP8266	ควบคุมการทำงานของฮาร์ดแวร์ที่ทำงานร่วมกัน
	Relay Module 4 Channels	ทำการปิดหรือเปิดหน้าสัมผัสคล้ายกับสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์
	DHT22 เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น	ตรวจวัดค่าอุณหภูมิและค่าความชื้น
	จอแสดงผล LCD 16x12	แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้น
	บอร์ดทดลอง Breadboard	จ่ายกระแสไฟฟ้า
	สายแพร์ Pair Cable	เชื่อมต่อไฟเข้ากับตัวบอร์ด
	สาย Micro USB	เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์หรือโน้ตบุ๊ก
	พัดลมดูดอากาศ	ระบายความชื้น
	โมดูลเรกูเลเตอร์ DC-to-DC Step Down	แปลงระดับแรงดันไฟฟ้า
	หลอดไฟฮาโลเจน	ให้ความร้อน
	แบตเตอรี่รถยนต์ GS รุ่น 110D26L-MF	ทำหน้าที่เป็นตัวเก็บพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์
	แผงโซล่าเซลล์	เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ ไปเป็นพลังงานไฟฟ้าได้
	คอนโทรลชาร์จเจอร์	ทำหน้าที่ประจุกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์เข้าสู่แบตเตอรี่

1.2 ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนา

1.2.1 โปรแกรม Arduino IDE ใช้ในการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของ NodeMCU ESP8266

1.2.2 แอปพลิเคชันบลิ้ง (Blynk) ใช้ในการเช็คอุณหภูมิและความชื้นรวมถึงควบคุมรีเลย์

1.2.3 แอปพลิเคชันไลน์ (LINE) ใช้ในการแจ้งเตือนอุณหภูมิและความชื้นแบบเรียลไทม์

2. ขอบเขตการทำงานของระบบ

หลักการทำงานของตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยระบบไฮบริด จะใช้ "หลักการไหลเวียนอากาศร้อนเพื่อระบายความชื้นด้วยวิธีธรรมชาติ" กล่าวคือ เมื่อแสงอาทิตย์ส่องผ่านกระจกพื้นอลูมิเนียมสีดำซึ่งอยู่ภายในตู้จะทำหน้าที่ดูดกลืนความร้อนสะสมไว้ทำให้อุณหภูมิภายในตู้อบแห้งสูงขึ้นประมาณ 60 องศาเซลเซียส อากาศร้อนในตู้อบจะถ่ายเทความชื้นที่มีอยู่ในอาหารให้ระเหยออกมาเกิดการลอยตัวสูงขึ้นออกไปทางช่องลมด้านบนของตู้อบแห้งอากาศเย็นที่อยู่ภายนอกจะไหลเข้าทางช่องลมที่อยู่ส่วนล่างทางด้านหน้าของตู้อบแห้งแทนที่อากาศร้อนเป็นการถ่ายเทความชื้นให้กับอาหารแบบธรรมชาติตลอดเวลา (กองถ่ายทอดและเผยแพร่เทคโนโลยี, 2564) โดยตู้อบกล้วยมีความสามารถดังนี้

2.1 รับพลังงานแสงอาทิตย์โดยผ่านแผงโซล่าเซลล์ และแปลงมาเป็นพลังงานความร้อนที่ใช้ภายในตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยระบบไฮบริด

2.2 สามารถแสดงค่าอุณหภูมิความร้อน และความชื้นภายในตู้ได้ผ่านจอ LCD หรือพลังงานความร้อน ผ่านแอปพลิเคชันไลน์

2.3 สามารถควบคุมความร้อนและความชื้นได้ผ่านแอปพลิเคชันบลิ้ง

2.4 ระบายความชื้นภายในตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยระบบไฮบริดด้วยพัดลมระบายอากาศ

2.5 สามารถให้ความร้อนภายในตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบระบบไฮบริดได้ด้วยหลอดไฟให้ความร้อน

2.6 ตรวจวัดอุณหภูมิความร้อนและความชื้นภายในตู้อบ และรายงานผลผ่านอุปกรณ์โทรศัพท์เคลื่อนที่

2.7 แจ้งเตือนอุณหภูมิแบบเรียลไทม์ (Real time) ผ่านแอปพลิเคชันไลน์

3. ขั้นตอนการสร้างตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยระบบไฮบริด

3.1 การวางแผนการดำเนินงาน

3.1.1 ศึกษาหาข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการทำกล้วยตาก การทำตู้อบกล้วย และอุปกรณ์อินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่งที่จำเป็นต้องใช้ เพื่อเลือกใช้ให้เหมาะสมกับตู้อบกล้วยที่จะสร้างขึ้น

3.1.2 วิเคราะห์ ออกแบบการทำงานของตู้อบกล้วย และระบบการทำงานของซอฟต์แวร์

3.1.3 สร้างตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยระบบไฮบริดตามที่ได้ออกแบบ

3.1.4 ทดสอบการทำงานของตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยระบบไฮบริดที่สร้างเสร็จด้านตัวฮาร์ดแวร์

3.1.5 สร้างซอฟต์แวร์สำหรับควบคุมการทำงานของตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยระบบไฮบริด การรายงานผลค่าอุณภูมิ และความชื้นแบบเรียลไทม์

3.1.6 เชื่อมต่อตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยระบบไฮบริดกับซอฟต์แวร์ที่สร้างขึ้น

3.1.7 ประเมินประสิทธิภาพการทำงานของตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยระบบไฮบริด

3.2 การออกแบบตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยระบบไฮบริด

การออกแบบตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยระบบไฮบริด คณะผู้วิจัย แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

3.2.1 การออกแบบตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยระบบไฮบริด

คณะผู้วิจัยเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

3.2.1.1 แผ่นอลูมิเนียม มีความแข็งแรง ทนทานต่อการเกิดสนิม และสะท้อนแสงที่มองเห็นได้ดีถึง 99%

3.2.1.2 แผ่นอะคริลิค มีความทนทานแข็งแรง รับแรงกระแทกได้ดีกว่ากระจก ทนความร้อนได้ถึง 200 องศาเซลเซียส และแสงสว่างสามารถส่องผ่านได้มากถึง 92%

3.2.1.3 ตะแกรงแสตนเลส มีความคงทน ไม่กรอบ ไม่แตก ไม่ขึ้นสนิม ทำความสะอาดง่าย สามารถทนความร้อนได้ดีกว่าเหล็ก ไม่ละลาย และไม่แปรสภาพเมื่อเจอความร้อน น้ำหนักเบาจึงทำการเคลื่อนย้ายและติดตั้งได้ง่าย

ทั้งนี้คณะผู้วิจัยออกแบบ และสร้างตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยระบบไฮบริด จากวัสดุอุปกรณ์ที่กล่าวมาข้างต้น แสดงได้ดังรูปที่ 1

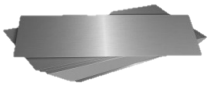
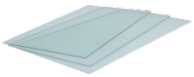



รูปที่ 1 ตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยระบบไฮบริด

3.2.2 การออกแบบแบบฮาร์ดแวร์ของตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยระบบไฮบริด

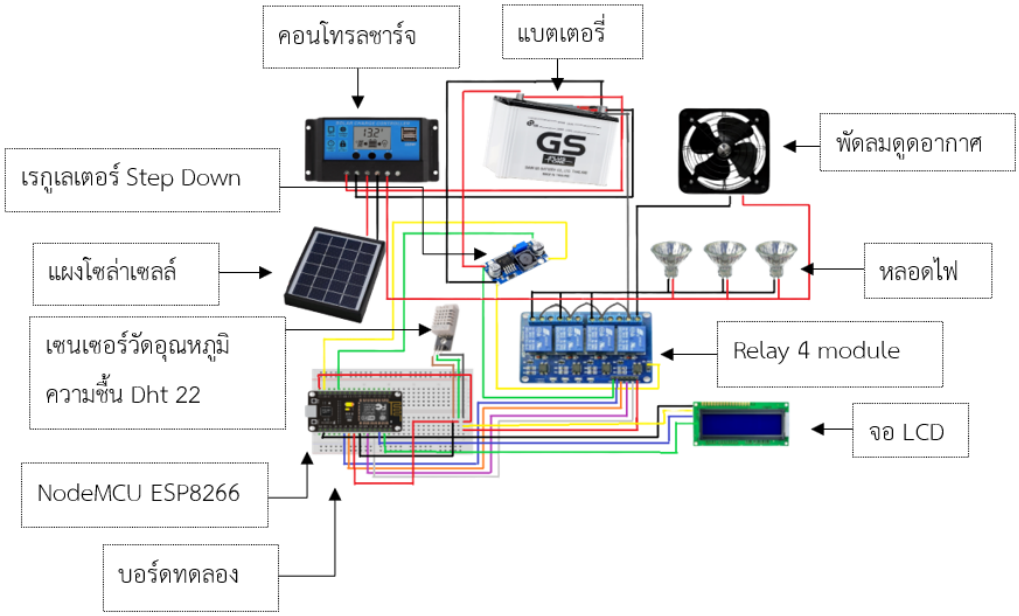
คณะผู้วิจัยได้ทำการศึกษาอุปกรณ์อินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่ง และชุดเซ็นเซอร์ต่าง ๆ ที่ตรงตามความต้องการของผู้ใช้ เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพ และราคา รายละเอียดอุปกรณ์และเซ็นเซอร์แสดงได้ดังตารางที่ 1 และ 2

ตารางที่ 2 เครื่องมือวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการการสร้างตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยระบบไฮบริด

รูปอุปกรณ์	ชื่ออุปกรณ์	การทำงาน
	แผ่นอลูมิเนียม	ใช้ในการประกอบตู้
	ตะแกรง	ใช้ในการตากกล้วย
	แผ่นอะคริลิค	ใช้เป็นฝาด้านหน้าและหลังคา
	อลูมิเนียมฉาก	ใช้ในการยึดตู้ให้แข็งแรง
	หูจับแสตนเลส	ติดไว้สำหรับเคลื่อนย้ายตู้
	น็อต	ใช้ยึดตัวตู้
	ซิลิโคน	ใช้ปิดรูและใช้ยึดกับอลูมิเนียมฉากกับฝาตู้

3.2.3 การเชื่อมต่อวงจรการทำงานของตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยระบบไฮบริด

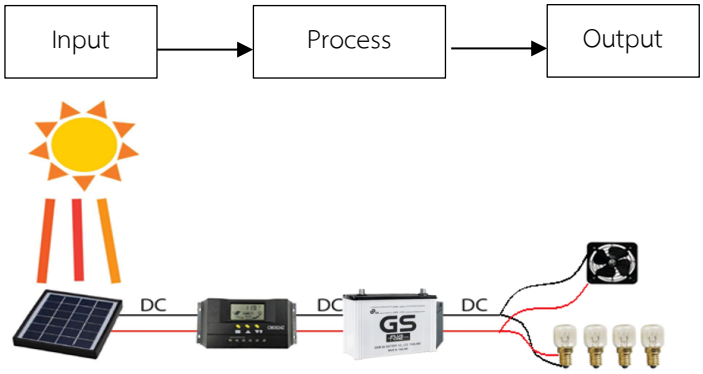
ขั้นตอนหลังจากสร้างตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยระบบไฮบริดแล้ว จะต้องเชื่อมต่อวงจรการทำงานของอุปกรณ์ และเซ็นเซอร์แต่ละตัว คณะผู้วิจัยแสดงได้ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 การเชื่อมต่อวงจรการทำงานของตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยระบบไฮบริด

4. การสร้างตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยระบบไฮบริด

คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยระบบไฮบริด ตามที่ได้ออกแบบไว้ รูปที่ 3 แสดงให้เห็นแผนภาพการทำงานของระบบ



รูปที่ 3 แผนการทำงานของระบบ

5. การทดสอบและประเมินประสิทธิภาพของตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยระบบไฮบริด

การประเมินประสิทธิภาพของระบบตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยระบบไฮบริด ในพื้นที่ปฏิบัติการโดยการวัดประสิทธิภาพของตู้อบกล้วยด้วยการประเมินจากสถานการณ์จริง ออกเป็น 2 ด้าน คือ การวัดคุณภาพของกล้วยตาก และการวัดประสิทธิภาพการทำงานของระบบในตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยระบบไฮบริด

5.1 การวัดคุณภาพของกล้วยตาก

คณะผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์ของกล้วยตากขึ้นได้โดยมีการสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญ และศึกษาจากเอกสาร ซึ่งสอดคล้องกับเกณฑ์การประเมินของ บุญส่ง และคณะ (2558) กำหนดคุณภาพกล้วยต่างเป็นเกรด A, B และ C ตามลำดับคุณภาพจากมากไปน้อย รายละเอียดดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 หลักเกณฑ์การวัดคุณภาพของกล้วยตาก

ตัวที่ชี้วัด	รายละเอียด	คุณภาพของกล้วย		
		A	B	C
สี	ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติ	เข้ม	กลาง	อ่อน
ผิวสัมผัส	ต้องนุ่ม มีความหยุ่นตัว ไม่แข็งกระด้าง	นุ่ม	ปานกลาง	แข็ง
กลิ่น	ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติปราศจากกลิ่นอื่นที่ไม่พึงประสงค์	หอม	ไม่มีกลิ่น	เหม็น

คณะผู้วิจัยได้กำหนดเงื่อนไขสำหรับการวัดคุณภาพกล้วยตากของตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยระบบไฮบริด เพื่อสามารถนำมาเปรียบเทียบผลได้ระหว่างการทำกล้วยตากแบบวิธีธรรมชาติ โดยต้องกำหนดให้เหมือนกัน คือ ขนาดของกล้วยตาก ปริมาณของกล้วยที่ใช้ การจัดวาง วัสดุที่ใช้วางกล้วย สถานที่ วันเวลา และระยะเวลาที่ใช้ตาก

5.2 การวัดประสิทธิภาพการทำงานของระบบในตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยระบบไฮบริด

คณะผู้วิจัยได้ทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบในตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยระบบไฮบริดแบบควบคุมสภาพแวดล้อม จำนวน 15 ครั้ง เพื่อทดสอบการทำงานของระบบว่าทำได้ถูกต้องตามเงื่อนไขการทำงานของระบบหรือไม่ ซึ่งเงื่อนไขที่วัด คือ เมื่ออุณหภูมิ น้อยกว่า 45 องศาเซลเซียส ระบบจะทำการเปิดหลอดไฟเพื่อให้ความร้อนภายในตู้ และเมื่อความชื้น มากกว่า 30% ระบบจะทำการเปิดพัดลมเพื่อระบายอากาศในตู้อบกล้วย

ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยระบบไฮบริด สามารถแสดงผลการศึกษาได้ดังนี้

1. ผลการสร้างตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยระบบไฮบริด

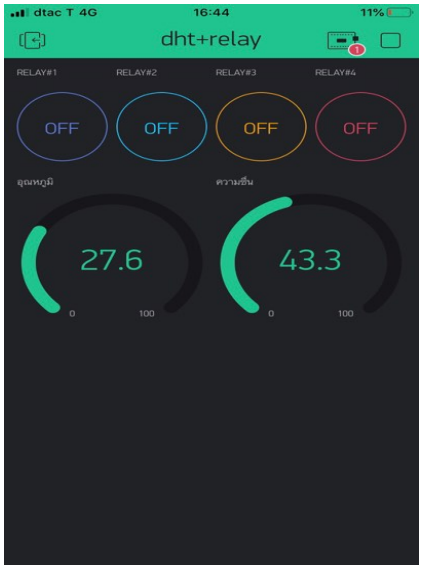
ตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยระบบไฮบริด เป็นการนำเอาอุปกรณ์หรือระบบอินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่ง (Internet of Things: IoT) เข้ามาใช้งาน ทำให้สามารถรายงานอุณหภูมิ ความชื้น และอุณหภูมิความร้อนผ่านอุปกรณ์โทรศัพท์เคลื่อนที่ได้ทำให้ผู้ใช้มีความสะดวกสบาย ผู้ใช้งานเพียงนำกล้วยตากที่หั่นไว้เอามาใส่ตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยระบบไฮบริด จากนั้นตู้อบจะทำงานโดยกลางวันจะใช้พลังงานแสงอาทิตย์ตามธรรมชาติที่จะทำให้กล้วยสุก กรณีอุณหภูมิมีความร้อนไม่เพียงพอตามที่กำหนดไว้ แผงโซล่าเซลล์ที่ติดไว้กับตู้จะนำเอาพลังงานที่เก็บกักไว้ในแบตเตอรี่นำเอามาใช้โดยผ่านหลอดไฟที่เราติดไว้ในตู้เพื่อที่จะทำให้อุณหภูมิภายในตู้นั้นมีอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับกล้วยตาก เมื่ออุณหภูมิพอเหมาะกล้วยที่ใส่ไว้ก็จะสุก มีสีที่น่ารับประทาน ทั้งนี้สามารถเช็คอุณหภูมิและความชื้นภายในตู้อบกล้วยโดยการใช้แอปพลิเคชันบลิ้งและแจ้งเตือนอุณหภูมิแบบเรียลไทม์ ด้วยแอปพลิเคชันไลน์ รายละเดียดดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 ตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยระบบไฮบริดที่สร้างเสร็จ

2. ผลการควบคุมและรายงานผลการทำงานของตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยระบบไฮบริด

เมื่อเซ็นเซอร์ตรวจจับพบอุณหภูมิ ความชื้น ภายในตู้ สามารถแจ้งผลแบบเรียลไทม์ด้วยแอปพลิเคชันไลน์ และสามารถควบคุมการการทำงานได้ผ่านการใช้แอปพลิเคชันบลิ้ง แสดงตัวอย่างภาพการควบคุม และรายงานผลผ่านไลน์ ได้ดังรูปที่ 5-6



รูปที่ 5 หน้าแอปพลิเคชันบลิ้งควบคุมตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยระบบไฮบริด



รูปที่ 6 หน้าแอปพลิเคชันไลน์ที่ได้รับการแจ้งผลจากตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยระบบไฮบริด

3. ผลการวัดคุณภาพของกล้วยตากของตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยระบบไฮบริด

คณะผู้วิจัยดำเนินการทำกล้วยตากด้วยวิธีทางธรรมชาติ และผ่านตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยระบบไฮบริด โดยกำหนดเงื่อนไขต่าง ๆ ให้เหมือนกัน โดยทำการทดสอบทำกล้วยตาก จำนวน 2 ครั้ง เพื่อเก็บข้อมูลและเปรียบเทียบคุณภาพของกล้วยตากที่ได้ ผลการวิจัยพบว่าการเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างการตากแบบธรรมชาติและการตากแบบตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยระบบไฮบริด จำนวนทั้ง 2 ครั้ง พบว่า กล้วยตากที่ได้จากตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยระบบไฮบริดใช้เวลาในการตากน้อยกว่าเฉลี่ย 2-3 วัน และคุณภาพของกล้วยอยู่ในเกณฑ์คุณภาพระดับ A ตามหลักเกณฑ์การประเมินคุณภาพกล้วยที่กำหนด ตัวอย่างกล้วยตาก ครั้งที่ 2 แสดงได้ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบคุณภาพกล้วยตากระหว่างการตากด้วยวิธีทางธรรมชาติ และแบบตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยระบบไฮบริด ครั้งที่ 2

วันที่	แบบวิธีทางธรรมชาติ		แบบตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยระบบไฮบริด	
	ก่อนตาก	หลังตาก	ก่อนตาก	หลังตาก
1				
2				
3				

วันที่	แบบวิธีทางธรรมชาติ		แบบตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยระบบไฮบริด	
	ก่อนตาก	หลังตาก	ก่อนตาก	หลังตาก
4				
5			-	-
6			-	-
7			-	-

4. ผลการวัดประสิทธิภาพการทำงานของระบบในตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยระบบไฮบริด

ผลการวัดประสิทธิภาพของระบบการทำงานของระบบในตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยระบบไฮบริดแบบควบคุมสภาพแวดล้อม จำนวน 15 ครั้ง พบว่า ตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยระบบไฮบริด มีประสิทธิภาพในการทำงานตามเงื่อนไขที่กำหนด ทั้งหมด 15 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 100 รายละเอียดแสดงได้ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการวัดประสิทธิภาพการทำงานของระบบในตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยระบบไฮบริด

ครั้งที่	อุณหภูมิ < 45°C เปิดหลอดไฟ	ความชื้น > 30% เปิดพัดลม	หลอดไฟ		พัดลม		ผลลัพธ์
			ทำงาน	ไม่ทำงาน	ทำงาน	ไม่ทำงาน	
1	41.80°C	36.80%	✓	-	✓	-	✓
2	40.00°C	36.00%	✓	-	✓	-	✓
3	41.10°C	37.30%	✓	-	✓	-	✓
4	40.90°C	36.90%	✓	-	✓	-	✓
5	40.50°C	36.30%	✓	-	✓	-	✓
6	40.00°C	36.80%	✓	-	✓	-	✓
7	41.30°C	36.00%	✓	-	✓	-	✓
8	40.70°C	37.70%	✓	-	✓	-	✓
9	40.40°C	38.80%	✓	-	✓	-	✓
10	39.90°C	39.40%	✓	-	✓	-	✓

ครั้งที่	อุณหภูมิ < 45°C เปิดหลอดไฟ	ความชื้น > 30% เปิดพัดลม	หลอดไฟ		พัดลม		ผลลัพธ์
			ทำงาน	ไม่ทำงาน	ทำงาน	ไม่ทำงาน	
11	40.20°C	38.70%	✓	-	✓	-	✓
12	40.30°C	37.10%	✓	-	✓	-	✓
13	39.00°C	39.40%	✓	-	✓	-	✓
14	40.20°C	40.10%	✓	-	✓	-	✓
15	40.00°C	39.90%	✓	-	✓	-	✓

การอภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้ เพื่อสร้างตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยระบบไฮบริด โดยใช้อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบด้วย ไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU ESP8266 เป็นตัวควบคุมการทำงานร่วมกับเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ DHT22 จอแสดงผล LCD 16x2 พัดลมดูดอากาศ 12V หลอดไฟฮาโลเจน 12V และ ตัวควบคุมการเปิด-ปิด (Relay 4 Module) โดยเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น จะตรวจหาค่าอุณหภูมิ และความชื้นภายในตู้อบกล้วย และส่งผลค่าอุณหภูมิและความชื้นผ่านบอร์ดไปยังจอแสดงผล LCD และแจ้งเตือนค่าอุณหภูมิและความชื้นแบบเรียลไทม์ผ่านแอปพลิเคชันไลน์ และสามารถความคุม Relay ผ่านแอปพลิเคชันบลิ้งและบอร์ดจะสั่งการให้ Relay เป็นตัวควบคุมการเปิด-ปิด การทำงานของหลอดไฟและพัดลม ผลการประเมินประสิทธิภาพของตู้อบกล้วย พบว่าตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยระบบไฮบริดใช้เวลาการตากกล้วยน้อยกว่าการตากแบบธรรมชาติเฉลี่ย 2-3 วัน การประเมินประสิทธิภาพของตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยระบบไฮบริด (ในห้องปฏิบัติการ) ระบบสามารถทำงานได้ตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับ กรมวิทยาศาสตร์บริการ (2559) ที่กล่าวว่าความเหมาะสมของอุณหภูมิที่ใช้สำหรับตากกล้วยอยู่ที่ 70 องศาเซลเซียส ซึ่งระยะเวลาในการใช้ตากหลายวัน ขึ้นอยู่กับอุณภูมิ เพื่อให้กล้วยลดความชื้นให้เหลือตามที่ต้องการ ซึ่งหากใช้วิธีตากกล้วยด้วยความร้อนจากแสงอาทิตย์อาจไม่สามารถควบคุมคุณภาพ เวลาและปริมาณผลผลิตได้ เป็นผลทำให้คุณภาพและปริมาณผลผลิตไม่เป็นไปตามต้องการ จึงควรมีการหาวิธีการในการควบคุมคุณภาพ โดยตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยระบบไฮบริดที่พัฒนาขึ้น เมื่อแสงแดดน้อยสามารถให้พลังงานความร้อนผ่านหลอดไฟให้พลังงานความร้อนแทน และมีพัดลมดูดอากาศเมื่อความชื้นภายในตู้มีมากเกินค่าที่เรากำหนดไว้ สอดคล้องกับ ไพโรจน์ (2551) ที่กล่าวว่าการทำเครื่องอบแห้งกล้วยตากโดยใช้ลมร้อนจากแผงสะสมความร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ จะช่วยอำนวยความสะดวกและควบคุมคุณภาพของผลผลิตได้ดี

บทสรุป

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อสร้างตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยระบบไฮบริด และ 2) เพื่อประเมินประสิทธิภาพตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยระบบไฮบริด อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU ESP8266 เป็นตัวควบคุมการทำงานร่วมกับเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ DHT22 จอแสดงผล LCD 16x2 พัดลมดูดอากาศ 12V หลอดไฟฮาโลเจน 12V และ ตัวควบคุมการเปิด-ปิด (Relay 4 Module) โดยเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น จะตรวจหาค่าอุณหภูมิ และความชื้นภายในตู้อบกล้วย และส่งผลค่าอุณหภูมิและความชื้นผ่านบอร์ดไปยังจอแสดงผล LCD และแจ้งเตือนค่าอุณหภูมิและความชื้นแบบเรียลไทม์ผ่านแอปพลิเคชันไลน์ และสามารถความคุม Relay ผ่านแอปพลิเคชันบลิ้ง และบอร์ดจะสั่งการให้ Relay เป็นตัวควบคุมการเปิด-ปิด การทำงานของหลอดไฟและพัดลม ผลการประเมินประสิทธิภาพของตู้อบกล้วย พบว่า ตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยระบบไฮบริดใช้เวลาการตากกล้วยน้อยกว่าการตากแบบธรรมชาติเฉลี่ย 2-3 วัน

การประเมินประสิทธิภาพของตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยระบบไฮบริด (ในห้องปฏิบัติการ) ระบบสามารถทำงานได้ตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ข้อค้นพบจากงานวิจัยนี้จะช่วยให้ผู้สนใจทำกล้วยตาก หรือกลุ่มผู้ประกอบการที่ทำกล้วยตากขาย มีตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยระบบไฮบริดเป็นทางเลือก ซึ่งจะสามารถช่วยควบคุมคุณภาพของกล้วยตากได้ และทำให้ระยะเวลาที่ใช้ในการตากกล้วยน้อยลง สามารถใช้ได้ในช่วงฤดูฝนที่มีสภาพอากาศแปรปรวนได้ดี อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้เป็นเพียงเครื่องต้นแบบขนาดเล็ก หากนำไปใช้งานจริงที่จะมีการขยายขนาดใหญ่ขึ้นจำเป็นต้องมีการเพิ่มจำนวนหลอดไฟให้ความร้อน พัดลมระบายอากาศ แผงโซลาเซลล์ และอุปกรณ์อื่น ๆ เพื่อให้เหมาะสมกับขนาดของตู้อบต่อไป

เอกสารอ้างอิง

กรมวิทยาศาสตร์บริการ. (2559). ฐานข้อมูลส่งเสริมและยกระดับคุณภาพสินค้า OTOP. ค้นเมื่อ 20 ธันวาคม 2564. http://otop.dss.go.th/index.php/en/knowledge/informationrepack/139-2017-07-04-04-00-08?showall=&start=8.

กองถ่ายทอดและเผยแพร่เทคโนโลยี. (2564). คู่มือการผลิตความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์ การผลิตความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์ การถ่ายทอด และการเผยแพร่การใช้พลังงานแสงอาทิตย์. กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. กรุงเทพฯ.

บุญส่ง แสงอ่อน, สุชาติ แย้มเม่น, พีระศักดิ์ ฉายประสาท, ปิยะนันท์ เจริญสวรรค์, พัชรี สุริยะ และพุทธพงษ์ สร้อยเพชรเกษม. (2558). การวิจัยและพัฒนาการผลิตกล้วยตากเชิงพาณิชย์. รายงานการวิจัย. สาขาวิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร. พิษณุโลก.

ไพโรจน์ จันทร์แก้ว. (2551). วิจัยและพัฒนาเครื่องอบแห้งกล้วยน้ำว้าแบบใช้ลมร้อนจากแผงสะสมความร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับขดลวดความร้อน. รายงานการวิจัย. สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล. คณะวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตตาก. ตาก.

เสริม จันทร์ฉาย และบุศรากรณ์ มหาโยธี. (2559). การพัฒนาการผลิตกล้วยตากในชุมชนกล้วยตากอำเภอบางกระทุ่ม จังหวัดพิษณุโลก. วารสารมหาวิทยาลัยศิลปากร. 3(6): 310-322.