



ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์อัจฉริยะด้วยระบบเทคโนโลยีการเชื่อมต่อของสรรพสิ่ง Intelligent solar incubator with Internet of things system

ทักษิณ วังสิงห์¹, จินณวัตร เสมกัน² และ นิพิฐพนธ์ ฤาชา³

Tuksin wangsing¹, Jinnawat Semgunta² and Nipitpon Ruecha³

^{1,2}นักศึกษาโปรแกรมวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร แม่สอด

³อาจารย์ประจำโปรแกรมวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร แม่สอด

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อศึกษาข้อมูล Arduino ในการสร้างระบบควบคุมการทำงานแบบเซนเซอร์ 2) เพื่อออกแบบ และสร้างตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์อัจฉริยะด้วยระบบเทคโนโลยีการเชื่อมต่อของสรรพสิ่ง 3) เพื่อศึกษา และพัฒนาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับอบแห้งพริก กุ้ง และมะม่วง 4) เพื่อนำเทคโนโลยี Internet of Things มาแก้ไขปัญหาในการสั่งงาน และรับการแจ้งเตือน 5) เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์อัจฉริยะด้วยระบบ เทคโนโลยีการเชื่อมต่อของสรรพสิ่ง โดยควบคุมและดูแลการเปิดปิดพัดลมระบายความร้อนด้วยระบบอัตโนมัติ เพื่อเป็นต้นแบบให้กับเกษตรกร ผลจากการประเมินความพึงพอใจของตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์อัจฉริยะด้วยระบบเทคโนโลยีการเชื่อมต่อของสรรพสิ่ง โดยใช้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 42 คน พบว่าระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก โดยเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 3.81 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.70 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ดีแสดงว่าตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์อัจฉริยะด้วยระบบ เทคโนโลยีการเชื่อมต่อของสรรพสิ่ง ที่ออกแบบและสร้างขึ้นมาสามารถนำไปใช้งานได้เหมาะสม

คำสำคัญ: ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์/ เทคโนโลยีการเชื่อมต่อของสรรพสิ่ง/ ระบบอัตโนมัติ

Abstract

This research aims to 1) study Arduino data for the construction of a sensor based operation system 2) design and construct a smart solar incubator with the Internet of things system 3) study and develop a solar dryer for drying. Dried chili, banana and mango 4) apply Internet of Things technology to solve the problem of work order And receive notifications 5) assess the satisfaction of users of smart solar incubators with the Internet of Things system. There will be a decrease in humidity. Causing microorganisms in the product to have a slower growth rate The product is not perishable and in drying with this solar dryer is free from external contaminants such as flies, ants and dust. Using an incubator can take less time than conventional drying. By controlling and taking care of turning on and off the cooling fan with automatic system To be a model for farmers The satisfaction of 42 Internet of things intelligent solar incubators, found that the satisfaction level was the highest. The overall average is 3.81 and the standard deviation is 0.70, which is good, indicating that the designed and built Internet of things smart incubators can be used optimally.

Keyword: Solar incubators/ Internet of Things/ Automation



ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันผลผลิตทางการเกษตรนับว่าเป็นพืชที่มีความสำคัญของประเทศไทย มีการปลูกอยู่ทั่วไปในประเทศไทย ซึ่งส่วนที่เหลือจากการจำหน่ายสด เกษตรกรจะนำมาตากแดดหรืออบแห้งเพื่อยืดอายุการบริโภค และแปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่า เช่น การนำพริกแห้งมาทำเป็นพริกป่น การทำกล้วยตาก และการทำมะม่วงอบแห้ง เป็นต้น โดยทั่วไปจะใช้วิธีการตากแห้งด้วยความร้อนจากดวงอาทิตย์เพียงอย่างเดียว แต่วิธีนี้มีข้อเสีย คือความไม่แน่นอนของสภาพภูมิอากาศ โดยเฉพาะในฤดูฝนที่สภาพอากาศไม่เอื้ออำนวย การอบแห้งด้วยตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์เป็นอีกวิธีที่นำมาใช้ถนอมอาหารและเก็บรักษาผลผลิตทางการเกษตรและยังต้องมีการควบคุมอุณหภูมิเพื่อให้ความชื้นลดลงจึงทำให้ต้องมีการเพิ่มระบบ เทคโนโลยีการเชื่อมต่อของสรรพสิ่ง Internet of things (IoT) เข้ามาควบคุมอุณหภูมิและความชื้นผ่านเครื่องปรับอุณหภูมิอัตโนมัติ และพัดลมระบายอากาศเพื่อให้ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการอบแห้งแล้ว จะมีความชื้นลดลง ทำให้จุลินทรีย์ที่อยู่ในผลิตภัณฑ์มีอัตราการเจริญเติบโตช้าลง ผลิตภัณฑ์จะไม่เน่าเสียง่าย และในการอบแห้งด้วยตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์นี้ยังปราศจากสิ่งปนเปื้อนภายนอก เช่น แมลงวัน มด และฝุ่นละอองต่าง ๆ [6] [8] [9]

ดังนั้นคณะผู้วิจัย จึงได้ทำการศึกษาศึกษาการสร้างตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์อัจฉริยะด้วยระบบ เทคโนโลยีการเชื่อมต่อของสรรพสิ่ง โดยใช้โปรแกรม Arduino และ เทคโนโลยีการเชื่อมต่อของสรรพสิ่ง มาช่วยในการทำงานของระบบ โดยสามารถทำงานได้ 2 ระบบ คือ 1.ควบคุมโดย เทคโนโลยีการเชื่อมต่อของสรรพสิ่ง การทำงานแบบระบบอัตโนมัติโดยใช้อินเตอร์เน็ตในการรับการแจ้งเตือน สามารถทำงานโดยใช้ไฟฟ้ากระแสตรง DC (Direct current) จากแผงโซลาร์เซลล์และแบตเตอรี่ 12 V ได้รายงานผลอุณหภูมิ และความชื้นผ่านจอ LCD และแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์ เหมาะสำหรับผู้ที่อยู่ไกลจากบริเวณตู้อบแห้ง แต่ต้องการทราบผลอุณหภูมิภายในตู้อบ ซึ่งระบบนี้สามารถดูค่าอุณหภูมิและค่าความชื้นได้โดยการแจ้งเตือนผ่านมือถือหรืออุปกรณ์อื่น ๆ ที่มีแอปพลิเคชันไลน์ 2.ควบคุมโดย เครื่องปรับอุณหภูมิอัตโนมัติ ระบบทำงานแบบไฟฟ้ากระแสสลับ AC (alternating current electricity) 220 V เหมาะสำหรับผู้ที่อยู่ใกล้บริเวณตู้อบแห้ง ซึ่งสามารถเพิ่มอุณหภูมิในการอบแห้งด้วยเครื่องปรับอุณหภูมิอัตโนมัติ เหมาะสำหรับ อุณหภูมิความร้อนไม่ถึงจุดที่ต้องการ สามารถทำการเปิดระบบเครื่องปรับอุณหภูมิอัตโนมัติ เพิ่มความร้อนได้ ผ่านแอปพลิเคชัน ewelink ซึ่งทั้ง 2 ระบบนี้ ถือเป็นอีกทางเลือกให้กับผู้ใช้ตู้อบแห้ง และยังสามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย การอบแห้งด้วยพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ หรือพลังงานความร้อนจากเครื่องปรับอุณหภูมิอัตโนมัติ สามารถอบแห้งผลิตภัณฑ์ให้มีคุณภาพที่ดีกว่าการตากแห้งแบบธรรมดา และยังใช้เวลาน้อยกว่าการตากแห้งแบบธรรมดา

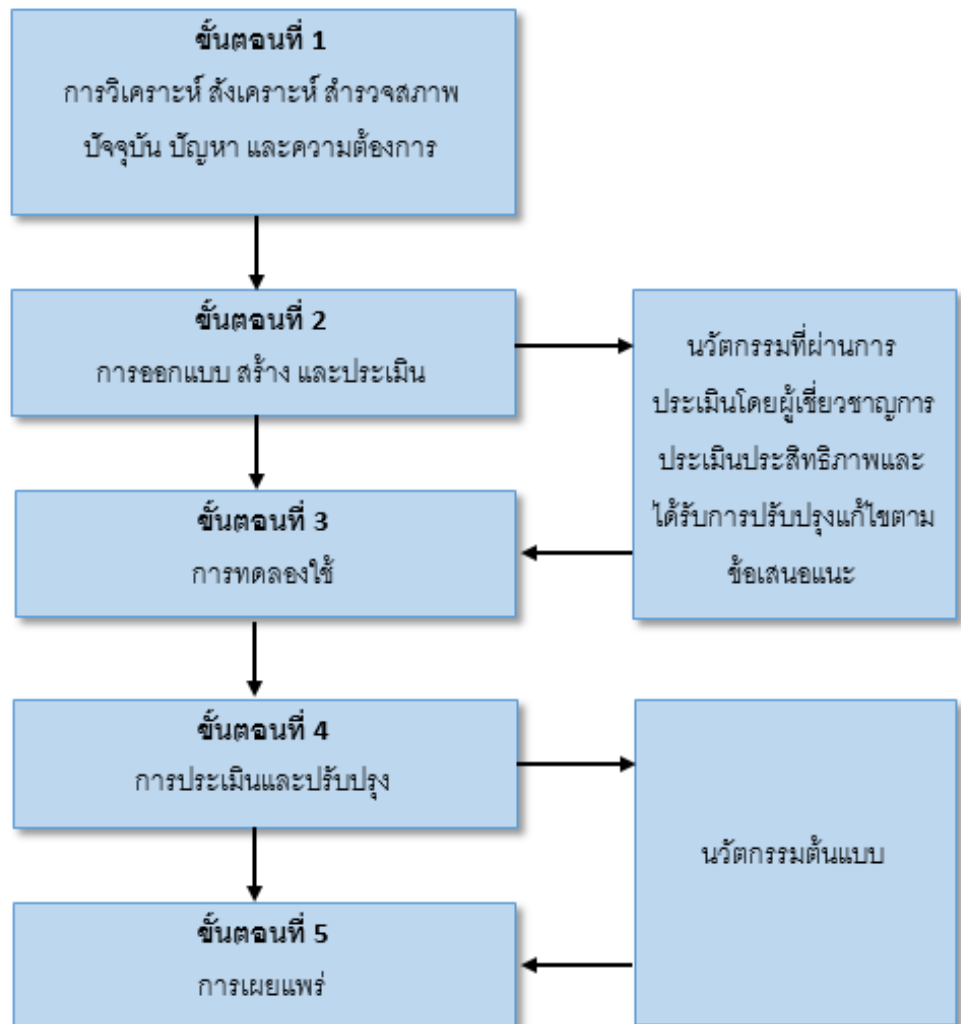
วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาข้อมูล Arduino ในการสร้างระบบควบคุมการทำงานแบบเซนเซอร์ และออกแบบตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์อัจฉริยะด้วยระบบเทคโนโลยีการเชื่อมต่อของสรรพสิ่ง
2. เพื่อศึกษา และพัฒนาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับอบแห้งพริก กล้วย และมะม่วง ณ ศูนย์การเรียนรู้ตามแนวปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง และเกษตรทฤษฎีใหม่ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร แม่สอด
3. เพื่อนำเทคโนโลยีการเชื่อมต่อของสรรพสิ่ง มาแก้ไขปัญหาในการสั่งงาน และรับการแจ้งเตือน
4. เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์อัจฉริยะด้วยระบบเทคโนโลยีการเชื่อมต่อของสรรพสิ่ง



วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ได้ศึกษาและพัฒนาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับอบแห้งพริก กล้วย และมะม่วง ในศูนย์การเรียนรู้ตามแนวปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง และเกษตรทฤษฎีใหม่ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร แม่สอด กลุ่มตัวอย่างได้แก่ อาจารย์ เจ้าหน้าที่ นักศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร แม่สอด และเกษตรกรในพื้นที่ ซึ่งเป็นการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง เป็นจำนวน 42 คน ซึ่งมีขบวนการดำเนินการวิจัย ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนหลัก ดังภาพที่ 1 รายละเอียดการทำงานแต่ละขั้นตอน มีดังนี้



ภาพที่ 1 กระบวนการดำเนินวิจัย

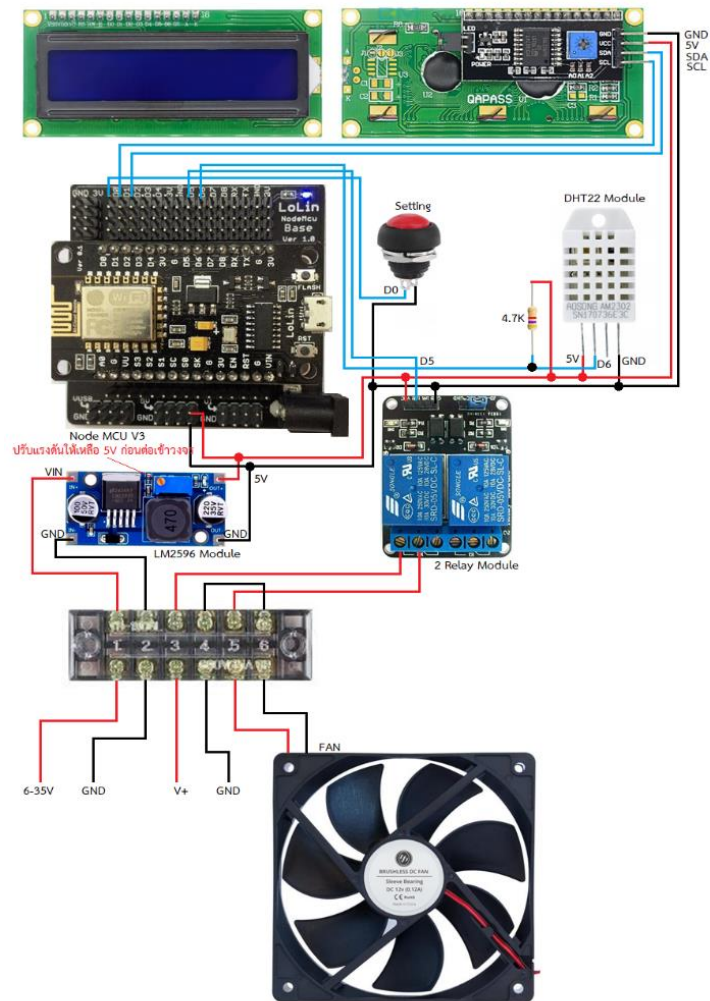
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

1. ด้านซอฟต์แวร์
 - 1) โปรแกรม Arduino IDE
 - 2) แอปพลิเคชัน (Line)
 - 3) แอปพลิเคชัน ewelink



2. ด้านฮาร์ดแวร์

- 1) โหนด เอ็มซียู V3 (Node MCU)
- 2) จอ LCD ขนาด 16x2 เซนติเมตร
- 3) เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ DHT22 (Sensor)
- 4) เครื่องปรับอุณหภูมิฮีตเตอร์ (Heater) 300 วัตต์ 220 V
- 5) รีเลย์ 5 V 2 แชนเนล (Relay)
- 6) โมดูล LM2596 (Module)
- 7) พัดลมเครื่อง (Fan case) ขนาด 12 เซนติเมตร
- 8) แผงโซล่าเซลล์โพลีคริสตัลไลน์ 20 วัตต์ 12 V
- 9) แผ่นพีวีซี (PVC Sheet)
- 10) ไวไฟสวิตช์ TH10/TH16 (Wifi Switch)

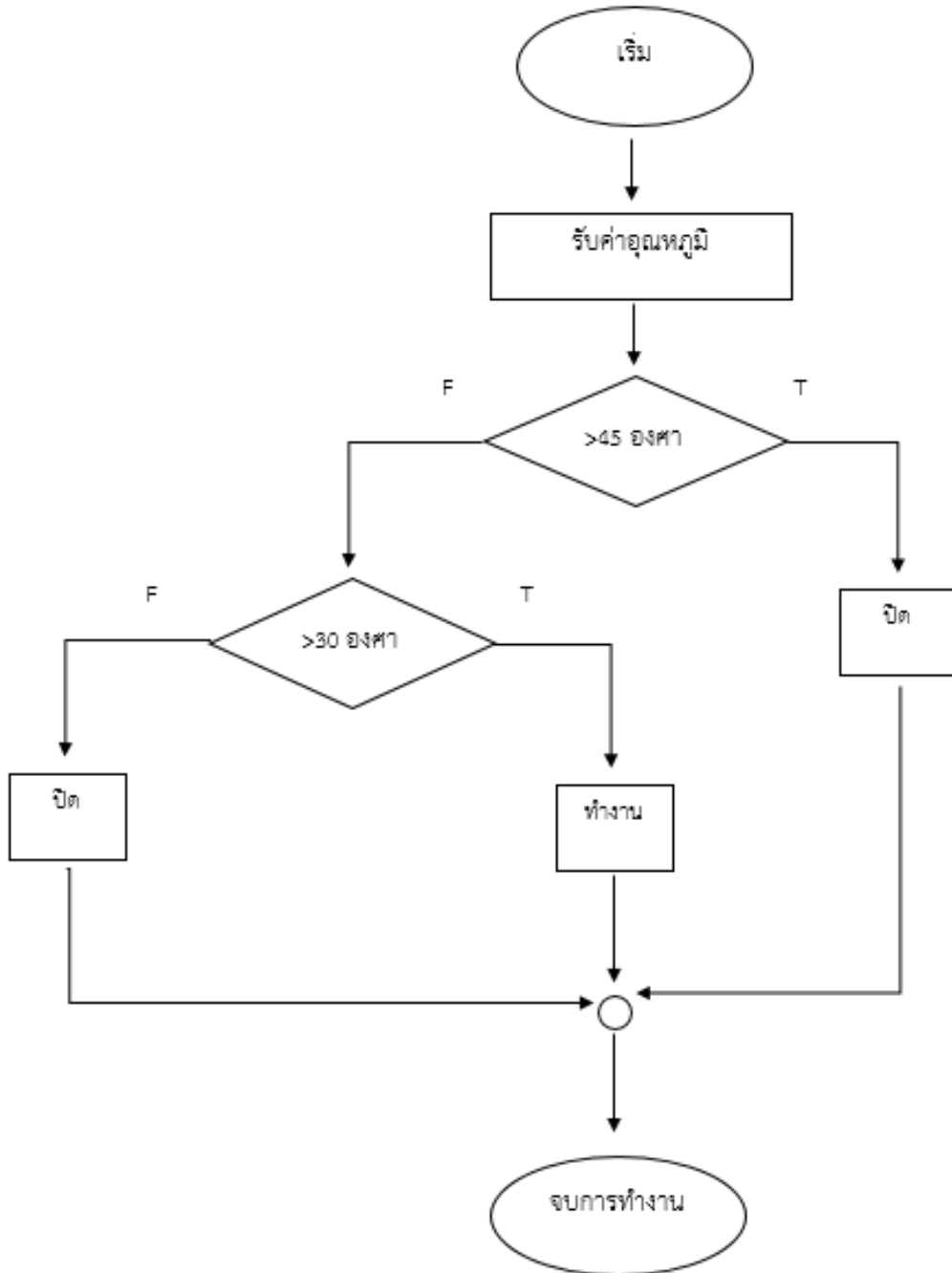


ภาพที่ 2 แสดงระบบควบคุมตู้อบ



ขั้นการออกแบบการทำงานของระบบ

ระบบการทำงานของตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์อัจฉริยะด้วยระบบเทคโนโลยีการเชื่อมต่อของสรรพสิ่งเพื่อสั่งการ และตั้งค่ากำหนดค่าของตัวอุณหภูมิเพื่อ เปิด-ปิด เครื่องปรับอากาศอัตโนมัติ และ พัฒนาระบายอากาศ



ภาพที่ 3 โฟร์ชาร์ตการทำงานของระบบ

ผลการแจ้งผ่านแอปพลิเคชันไลน์

การแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์จะแจ้งเตือนตามระยะเวลาที่กำหนดไว้โดยผ่านการตั้งค่าผ่านกล่องควบคุม (ตัวอย่างตั้งค่าการแจ้งเตือนไว้ทุก 2 นาที)



ภาพที่ 4 หน้าต่างเปิดปิดการทำงาน และการแจ้งเตือนของแอปพลิเคชัน Ewelink

ผลการแจ้งผ่านแอปพลิเคชัน Ewelink

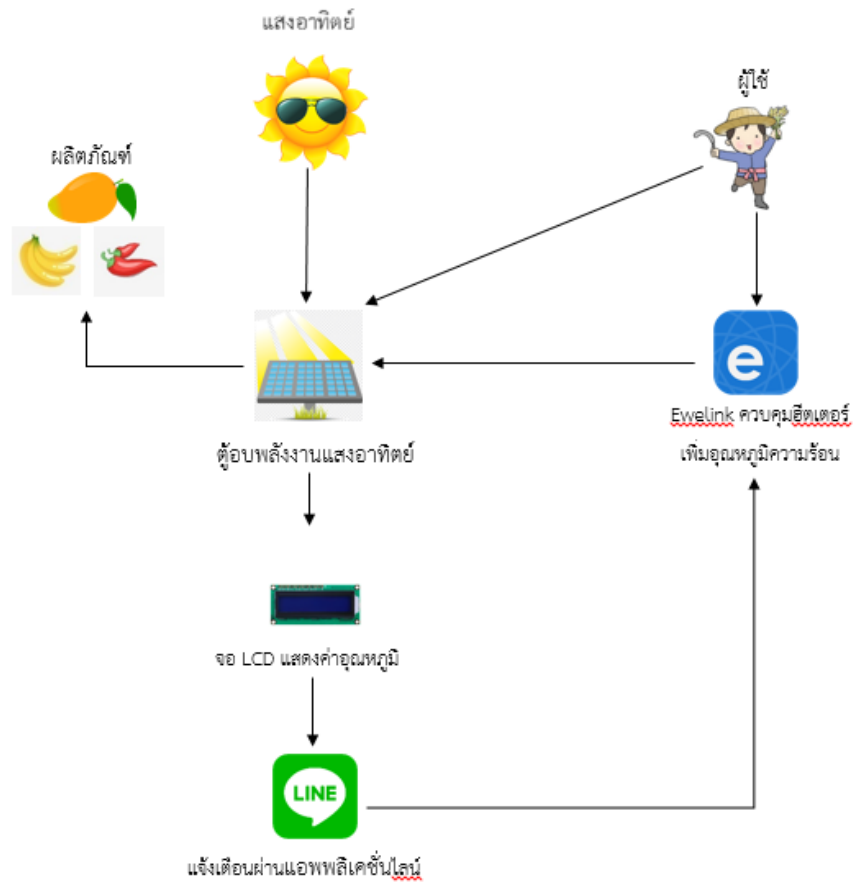
การแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชัน Ewelink จะแจ้งเตือนโดยหน้าแอปพลิเคชัน Ewelink



ภาพที่ 5 หน้าต่างเปิดปิดการทำงานและการแจ้งเตือนของแอปพลิเคชัน Ewelink



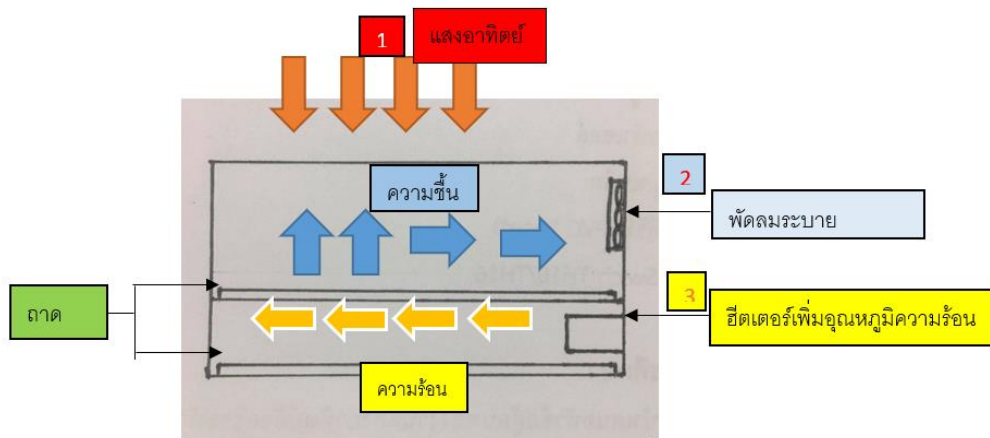
ระบบการทำงาน



ภาพที่ 6 แสดงระบบการทำงาน

ผลการพัฒนาระบบ

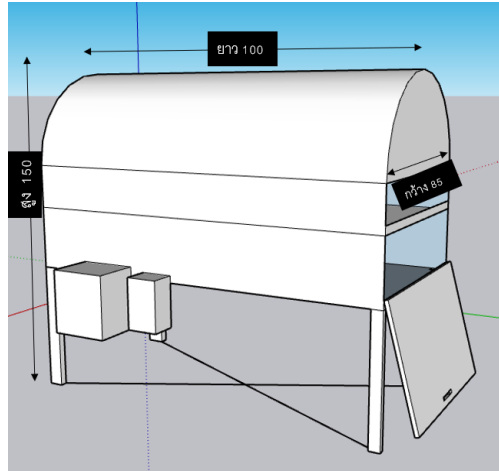
1. ตัวบ่งชี้พลังงานแสงอาทิตย์อัจฉริยะด้วยระบบเทคโนโลยีการเชื่อมต่อของสรรพสิ่ง ออกแบบให้มีแผงรับแสงอาทิตย์และส่วนหลังของตู้จะมีพัดลมเป็นตัวดูระบายความร้อน



ภาพที่ 7 การรับแสงและการระบายอากาศ



1) ในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ออกแบบตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์อัจฉริยะด้วยระบบเทคโนโลยีการเชื่อมต่อของสรรพสิ่ง มีความกว้าง 85 เซนติเมตร ยาว 100 เซนติเมตร และสูง 150 เซนติเมตร



ภาพที่ 8 แบบและขนาดของตู้อบ

2) ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์อัจฉริยะด้วยระบบเทคโนโลยีการเชื่อมต่อของสรรพสิ่ง ด้านข้างและด้านบนปิดด้วยแผ่นพีวีซี โดยใช้เป็นหลังคาเพราะแผ่นพีวีซีสามารถใช้งานได้ในอุณหภูมิที่สูงถึง 150 องศาเซลเซียส

3) ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์อัจฉริยะด้วยระบบเทคโนโลยีการเชื่อมต่อของสรรพสิ่ง จะออกแบบให้มีหลังคาโค้งเพื่อให้สามารถรับแสงอาทิตย์ได้ดียิ่งขึ้น

4) ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์อัจฉริยะด้วยระบบเทคโนโลยีการเชื่อมต่อของสรรพสิ่ง สามารถทำงานด้วยกระแสไฟฟ้าได้สองระบบ คือ กระแสไฟฟ้า DC จากแผงโซลาร์เซลล์ และ กระแสไฟฟ้า AC 220 V ซึ่งระบบนี้สามารถควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอุณหภูมิฮีตเตอร์ได้โดยมือถือ

5) ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์อัจฉริยะด้วยระบบเทคโนโลยีการเชื่อมต่อของสรรพสิ่ง สามารถทำงานเปิด-ปิดพัลลวมอัตโนมัติโดยใช้เซนเซอร์วัดอุณหภูมิเป็นตัวควบคุมการทำงานของพัลลวม

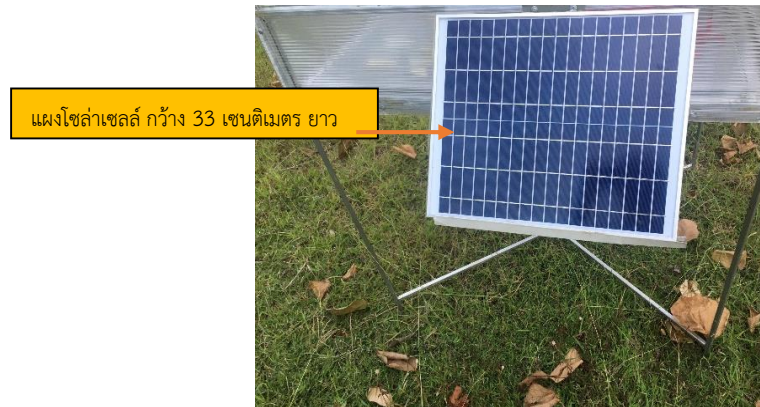
2. ฐานรวมตัวเครื่อง สูงประมาณ 150 เซนติเมตร มีโครงสร้างภายในเป็นเหล็กเส้น



ภาพที่ 9 โครงสร้างตู้อบ



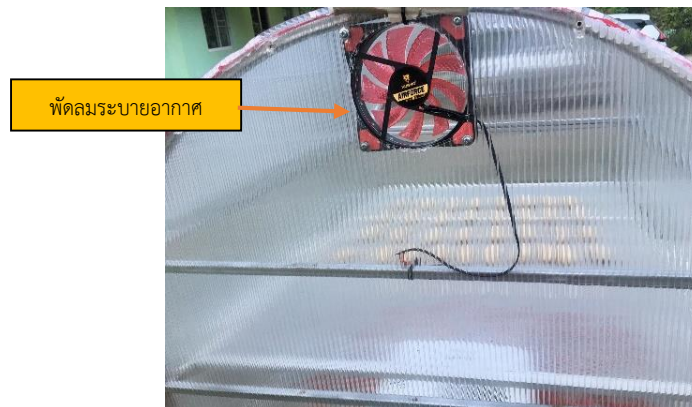
3. ด้านข้างจะเชื่อมคานเหล็กยึด เพื่อใช้ในการวางแผงโซล่าเซลล์ ขนาด กว้าง 33 เซนติเมตร ยาว 42 เซนติเมตร



ภาพที่ 10 แผงโซล่าเซลล์

4. นำแผ่นพีวีซีไปปิดด้านข้าง และด้านบนเพื่อทำหลังคา ขนาด สูง 70 เซนติเมตร กว้าง 85 เซนติเมตร ยาว 100 เซนติเมตร

5. เมื่อทำโครงเสร็จ ก็นำชิ้นอุปกรณ์ต่างๆ ประกอบ เช่น พัดลม, จอ LCD รวมถึงเครื่องปรับอุณหภูมิ ยืดเตอร์



ภาพที่ 11 พัดลมระบายอากาศ

6. เมื่อทำการติดตั้งอุปกรณ์เสร็จครบถ้วนแล้ว ก็ทำการทดลองดูบโดยใช้พริก กล้วย หรือมะม่วง ในการทดสอบ และเก็บข้อมูล



ผลการทดสอบใช้เครื่องอบแห้ง

ตารางที่ 1 ตารางแสดงรายละเอียด น้ำหนัก อุณหภูมิ และระยะเวลาในการอบแห้ง เปรียบเทียบการทดลองโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ และการทดลองโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ และเครื่องปรับอุณหภูมิฮีตเตอร์

รายละเอียด	ผลการทดลองโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์			ผลการทดลองโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ และเครื่องฮีตเตอร์				
	น้ำหนัก ก่อนอบ	อุณหภูมิ	ระยะเวลา	น้ำหนัก หลังอบ	น้ำหนัก ก่อนอบ	อุณหภูมิ	ระยะเวลา	น้ำหนัก หลังอบ
พริก	3 กก.	35-45 °C	48 ชม.	2.2 กก.	3 กก.	40-50 °C	24 ชม.	2 กก.
กล้วย	5.3 กก.	35-45 °C	72 ชม.	4.5 กก.	5.3 กก.	40-50 °C	48 ชม.	4.2 กก.
มะม่วง	5 กก.	35-45 °C	40 ชม.	3.9 กก.	5 กก.	40-50 °C	12 ชม.	3.5 กก.

จากตารางที่ 1 พบว่า อุณหภูมิ และระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง 2 แบบ จะต่างกัน ผลการทดลองโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์และเครื่องปรับอุณหภูมิฮีตเตอร์จะมีอุณหภูมิที่สูงกว่า และใช้ระยะเวลาที่น้อยกว่า ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความพึงพอใจเกี่ยวกับภาพรวมการทำงานของตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์อัจฉริยะด้วยระบบเทคโนโลยีการเชื่อมต่อของสรรพสิ่ง

ความพึงพอใจเกี่ยวกับตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์อัจฉริยะด้วยระบบเทคโนโลยีการเชื่อมต่อของสรรพสิ่ง	<input type="checkbox"/>	S.D.	ระดับความ พอใจ
1. ด้านการใช้งาน	3.96	0.72	มาก
2. ด้านกายภาพ	3.68	0.65	มาก
3. ด้านความปลอดภัยในการใช้งาน	3.78	0.72	มาก
รวม	3.81	0.70	มาก

จากตาราง 2 แสดงความพึงพอใจเกี่ยวกับภาพรวมการทำงานของตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์อัจฉริยะด้วยระบบเทคโนโลยีการเชื่อมต่อของสรรพสิ่ง พบว่า ภาพรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 3.81$, $SD = 0.70$) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านโดยเรียงลำดับตามค่าเฉลี่ยจากมากไปน้อย ดังนี้

- 1) ด้านการใช้งาน พบว่าผู้ประเมินตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์อัจฉริยะด้วยระบบเทคโนโลยีการเชื่อมต่อของสรรพสิ่ง มีความพึงพอใจในระดับมาก ($\bar{X} = 3.96$, $SD = 0.72$)
- 2) ด้านความปลอดภัยในการใช้งาน พบว่าผู้ประเมินตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์อัจฉริยะด้วยระบบเทคโนโลยีการเชื่อมต่อของสรรพสิ่ง มีความพึงพอใจในระดับมาก ($\bar{X} = 3.78$, $SD = 0.72$)
- 3) ด้านกายภาพ พบว่าผู้ประเมินตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์อัจฉริยะด้วยระบบเทคโนโลยีการเชื่อมต่อของสรรพสิ่ง มีความพึงพอใจในระดับมาก ($\bar{X} = 3.68$, $SD = 0.65$)

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาและออกแบบสร้างตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์อัจฉริยะด้วยระบบเทคโนโลยีการเชื่อมต่อของสรรพสิ่งในการอบแห้งโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์สามารถอบพริก ได้จำนวน 3 กิโลกรัม ต่อครั้ง ใช้เวลาในการอบ 48 ชั่วโมง หรือ



ประมาณ 2 วัน โดยที่สภาพอากาศต้องมีแดดอย่างต่อเนื่อง ใช้อุณหภูมิระหว่าง 35-45 องศาเซลเซียส ส่วนกล้วย ได้จำนวน 120 ลูก ต่อครั้ง ใช้เวลาในการอบ 72 ชั่วโมง หรือประมาณ 3 วัน โดยที่สภาพอากาศต้องมีแดดอย่างต่อเนื่อง ใช้อุณหภูมิระหว่าง 35-45 องศาเซลเซียส และมะม่วง ได้จำนวน 5 กิโลกรัม ต่อครั้ง ใช้เวลาในการอบ 40 ชั่วโมง หรือประมาณ 2 วัน โดยที่สภาพอากาศต้องมีแดดอย่างต่อเนื่อง ใช้อุณหภูมิระหว่าง 35-45 องศาเซลเซียส ถึงแม้ว่าจะใช้เวลาหลายวันในการอบแห้ง ครั้งนี้เนื่องจากสภาพอากาศที่แปรปรวน เราจึงได้ทดลองเครื่องปรับอุณหภูมิฮีตเตอร์เพื่อเพิ่มอุณหภูมิความร้อน โดยสามารถอบพริก ได้จำนวน 3 กิโลกรัม ต่อครั้ง ใช้เวลาในการอบ 24 ชั่วโมง หรือประมาณ 1 วัน โดยใช้เครื่องปรับอุณหภูมิฮีตเตอร์ในการควบคุมอุณหภูมิ ใช้อุณหภูมิระหว่าง 40-50 องศาเซลเซียส ส่วนกล้วย ได้จำนวน 120 ลูก ต่อครั้ง ใช้เวลาในการอบ 48 ชั่วโมง หรือประมาณ 2 วัน โดยใช้เครื่องปรับอุณหภูมิฮีตเตอร์ในการควบคุมอุณหภูมิ ใช้อุณหภูมิระหว่าง 40-50 องศาเซลเซียส และมะม่วง ได้จำนวน 5 กิโลกรัม ต่อครั้ง ใช้เวลาในการอบ 12 ชั่วโมง หรือประมาณครึ่งวัน โดยใช้เครื่องปรับอุณหภูมิฮีตเตอร์ในการควบคุมอุณหภูมิ ใช้อุณหภูมิระหว่าง 40-50 องศาเซลเซียส ปรากฏว่าได้ผลผลิตที่รวดเร็วยิ่งขึ้น ไม่ถูกรบกวนจากแมลงต่างๆ และลดปัญหาการปนเปื้อนจากฝุ่นละออง จึงสรุปได้ว่า ระบบสามารถทำงานตามเงื่อนไขที่ต้องการ และบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ซึ่งได้ผลประเมินความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ดังนั้นจึงสอดคล้องกับงานวิจัยที่ได้ไปศึกษามา

อภิปรายผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้พัฒนาตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์อัจฉริยะด้วยระบบเทคโนโลยีการเชื่อมต่อของสรรพสิ่ง ประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 ส่วน คือ การทดสอบการใช้งานเครื่องปรับอุณหภูมิ ฮีตเตอร์ ผลการทดลองใช้ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์การทดลอง ของวงจรควบคุมอุณหภูมิและการสำรวจความพึงพอใจต่อการใช้งาน ทั้งนี้เนื่องจากมีองค์ประกอบครบถ้วน จึงส่งผลให้สามารถนำไปทดลอง และเก็บข้อมูลการทดลองเพื่อนำไปแก้ไขสิ่งที่บกพร่องของงานวิจัย และ แก้ไขทั้งอุปกรณ์ Hardware และ Software ให้สามารถใช้งานได้มีประสิทธิภาพ สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ผลการพัฒนาตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์อัจฉริยะด้วยระบบเทคโนโลยีการเชื่อมต่อของสรรพสิ่งสามารถใช้งานได้จริง เนื่องจากผู้วิจัยได้ทำการทดสอบพร้อมทั้งปรับปรุงแก้ไขจุดบกพร่องของอุปกรณ์และวงจรควบคุมการทำงานไปด้วย จึงเป็นสาเหตุให้ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์อัจฉริยะด้วยระบบเทคโนโลยีการเชื่อมต่อของสรรพสิ่ง ตรงต่อความต้องการ

2. ผลการทดลอง พบว่า การทดลองตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์อัจฉริยะด้วยระบบเทคโนโลยีการเชื่อมต่อของสรรพสิ่ง ทำความร้อนถึง 50 องศาเซลเซียส เครื่องปรับอุณหภูมิ ฮีตเตอร์ จะไม่ทำงาน ส่วนพัดลมจะทำงานเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น เมื่ออุณหภูมิในตู้เกิน 50 องศาเซลเซียส พัดลมระบายอากาศ จะทำงาน เป็นตัวดูดอากาศออกจากตู้อบ และเมื่ออบครบระยะเวลาที่ 120 นาที พบความเปลี่ยนแปลงของกล้วย พริก มะม่วงว่ามีการหดลง และมีสีที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม กล้วย พริก มะม่วง จะมีความแห้ง และตรงตามความต้องการ และ สอดคล้องกับงานวิจัยอนุชิต กลัปประสิทธิ์ และคณะ (2563) ที่ศึกษาการสร้างตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ในการจัดการเทคโนโลยีการผลิตปลาช่อนแดดเดียว พบว่า ประสิทธิภาพการทำความร้อนในส่วนอบแห้งมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก ในช่วงที่แสงแดดเข้มสูงสุดต่างกัน 10-12 องศาเซลเซียส สามารถจ่ายลมร้อนสู่ห้องอบแห้งที่อุณหภูมิ 40 – 55 องศาเซลเซียส ทุกตำแหน่งของชั้นวางผลิตภัณฑ์มีอุณหภูมิใกล้เคียงกันสามารถอบปลาช่อนครั้งละ 60 ตัว น้ำหนักตัว 250 - 350 กรัม ลดเวลาการตากแห้งจากแบบเดิมได้ 2 ชั่วโมงความชื้นปลาหลังการอบแห้งลดลงเฉลี่ยร้อยละ 27 (wb) [10]

3. ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ของตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์อัจฉริยะด้วยระบบเทคโนโลยีการเชื่อมต่อของสรรพสิ่ง โดยใช้กลุ่มตัวอย่าง พบว่าผลการประเมิน โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 3.96$, $SD = 0.72$) เมื่อพิจารณา



ด้านพบว่า ด้านที่มีผลการประเมินสูงสุดคือ ด้านด้านการใช้งานที่ได้จากมีผลการประเมิน อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 3.96$, $SD = 0.72$)

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. สามารถนำคู่มือพลังงานแสงอาทิตย์อัจฉริยะด้วยระบบเทคโนโลยีการเชื่อมต่อของสรรพสิ่งดังกล่าวไปใช้อบแห้งผลิตภัณฑ์อาหารที่มีความชื้นสูงอื่นได้
2. เพื่อใช้ให้เป็นแนวทางในการสร้างคู่มือพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีประสิทธิภาพ นำมาใช้ประโยชน์ต่อไป

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาวิจัยเปรียบเทียบคู่มือพลังงานแสงอาทิตย์ในรูปแบบอื่น ๆ เช่นคู่มือพลังงานแสงอาทิตย์แบบมีตัวเก็บรังสีอาทิตย์

เอกสารอ้างอิง

- [1] นันทพงศ์ สิงห์ศร,รักชาติ ทาโพธิ์2 และ ศชรินทร์ เวชชากุล2 (2557). สืบค้นเมื่อ 24 กุมภาพันธ์ 2563, เข้าถึงได้จาก <https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/projectjournal/article>
- [2] บริษัท คอมคิวบ จำกัด 2020 (2563). สืบค้นเมื่อ 23 กุมภาพันธ์ 2563,เข้าถึงได้จาก <https://www.a2sasia.com>
- [3] ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุชาติ สุภาพ(2559) .แหล่งพลังงานในอนาคต.(ม.ป.ท.)(ม.ป.พ)
- [4] พิรุฬห์รัชต์ ไทยสมิคร (2557). สืบค้นเมื่อ 20 กุมภาพันธ์ 2563, เข้าถึงได้จาก <https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/sej/article>
- [5] รัฐพงษ์ ไ้เคน และ วิศิษศักดิ์ เสงี่ยมศักดิ์ (2562). สืบค้นเมื่อ 24 กุมภาพันธ์ 2563, เข้าถึงได้จาก <https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/projectjournal/article>
- [6] วิลาวรรณ คำหาญ (2558). สืบค้นเมื่อ 20 กุมภาพันธ์ 2563, เข้าถึงได้จาก <http://ris.snru.ac.th/file/abstract/1259.pdf>
- [7] โศรฎา แข็งการ (2557). สืบค้นเมื่อ 20 กุมภาพันธ์ 2563, เข้าถึงได้จาก <http://sutir.sut.ac.th:8080/sutir/bitstream/123456789/5243/2/Fulltext.pdf>
- [8] สุรียา อติวิทยากรณ,กมลวรรณ แจ้งชัด, อนุวัตร แจ้งชัด (2551). การศึกษาเวลาที่เหมาะสมในการอบแห้งกล้วยตากแบบลมร้อน.ร่วมกับการอบแห้งด้วยคลื่นไมโครเวฟระบบสุญญากาศ. กรุงเทพฯ
- [9] เอกชัย รัตนบรรลือ (2559). สืบค้นเมื่อ 20 กุมภาพันธ์ 2563, เข้าถึงได้จาก <http://www.rdi.rmutsb.ac.th/2011/download/n60/1.pdf>
- [10] อนุชิต กลับประสิทธิ์ และคณะ สืบค้นเมื่อ 25 มกราคม 2564, เข้าถึงได้จาก https://li01.tci-thaijo.org/index.php/yr_u_jst/article/download/124416/94331/