

การพัฒนาการเลี้ยงไก่ในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิ และความชื้นอัตโนมัติใช้พลังงานแสงอาทิตย์
DEVELOPMENT OF CHICKEN EGGS HOUSE BY AUTOMATIC CONTROLLING
HUMIDITY AND TEMPERATURE USING SOLAR POWER

ธีรศาสตร์ คณาศรี* และประสิทธิ์ มงคลเกษตร

หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด

Teerasat Kanasri* and Prasit Mongkolkaset

Programme in industrial education, Department of electrical, Faculty of Arts and Sciences, Roi Et
Rajabhat University

(Received: January 9, 2023; Revised: April 15, 2023; Accepted: April 20, 2023)

*ผู้ประสานงาน : ธีรศาสตร์ คณาศรี อีเมล : teerasad@windowslive.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้วัตถุประสงค์ ศึกษาประสิทธิภาพการเลี้ยงไก่ด้วยโรงเรือนต้นแบบใช้พลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ 2 แผงชนิดซิลิกอน โดยการสร้างต้นแบบพัฒนาโรงเรือนขนาด กว้าง x ยาว x สูง เท่ากับ 3 x 8 x 2 เมตร ใช้หลักการควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ใช้พลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ มีมอเตอร์พัดลมระบายอากาศขนาดใบพัด 16 นิ้ว จำนวน 2 ตัว ใช้หลักการของพัดลมจะดูดอากาศร้อนออกจากโรงเรือนทำงานร่วมกับเซ็นเซอร์ตรวจสอบระบบควบคุมอุณหภูมิส่งผลให้พัดลมระบายอากาศร้อนออก จากนั้นดูดอากาศที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำเย็นในแผ่นรังผึ้ง ให้อากาศผ่านเข้ามาในโรงเรือนแทนที่อากาศที่ดูดออกไป

การทดสอบใช้ไก่ไข่ จำนวน 50 ตัว อายุ 5 เดือน นำมาเลี้ยงปรับสภาพอาหารในโรงเรือนต้นแบบระยะเวลาเลี้ยง 35 วัน เปรียบเทียบผลการศึกษาความชื้น อุณหภูมิสภาพแวดล้อม และน้ำหนักไก่เกี่ยวกับวิธีเลี้ยงแบบเปิดธรรมชาติ ผลการทดสอบ พบว่าอากาศร้อนที่ผ่านแผ่นรังผึ้งสามารถลดอุณหภูมิเท่ากับ 5 องศาเซลเซียส และการควบคุมอัตโนมัติได้ความชื้นเท่ากับ 65 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลต่อการเจริญเติบโตในแต่ช่วงระยะเวลาเลี้ยงไก่ออกไปเพิ่มขึ้น

คำสำคัญ: อุณหภูมิและความชื้น, จุดคุ้มทุน, พลังงานแสงอาทิตย์

ABSTRACT

The objective of this study was to study the efficiency of a laying hen house prototype that uses electricity from two silicon solar cells. The dimensions of the prototype are 3 meters (width), 8 meters (length) and 2 meters (height). A microcontroller was used to control the temperature of this laying hen house prototype. Two motors each powered a 16-inch fan for ventilation. The study used the principle of air infiltration/exfiltration to remove hot air from the prototype. Sensors monitored temperature and the exhaust air flowrate. Air was cooled using cold water passed through a heat exchanger.

Fifty laying hens were housed in the prototype for 35 days. They were 50 months old. Data comparing the humidity, environmental temperature and laying hen weight were compared to a control group fed in an open-air area. The test results showed: 1) hot air passed through the heat exchanger reduced the temperature by 5 °C, 2) automatic humidity control allowed this parameter to be maintained at 65%, which promoted growth of the laying hens compared to the control group.

Keywords: Temperature and humidity, Breakeven point, Solar Energy

1. บทนำ

ไก่ไข่เป็นสัตว์เศรษฐกิจของประเทศไทย ตามความต้องการผู้บริโภค ในปี พ.ศ. 2564 พบว่าชาวไทยมีอัตราการบริโภคไข่ไก่เฉลี่ย 300 ฟองต่อคนต่อปี และมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นในอนาคตจากนโยบายรณรงค์ให้คนไทยบริโภคไข่ ประเทศไทยมีการเลี้ยงไก่ไข่อย่างแพร่หลายทั้งเลี้ยงแบบธรรมชาติและแบบเป็นอุตสาหกรรม ซึ่งการเลี้ยงในรูปแบบอุตสาหกรรมนั้นเป็นการเลี้ยงต้องการผลผลิตจำนวนมาก [1] เพื่อส่งออกไปยังตลาดการเลี้ยงไก่ไข่ปัจจุบันนิยมในระบบปิดเพราะต้องการใช้พื้นที่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด แต่การเลี้ยงวิธีนี้เกิดความแออัดของไก่ไข่เสี่ยงต่อการติดโรคง่าย ผู้ประกอบการจึงนิยมพึ่งสารเคมี วัคซีน และฮอร์โมน เพื่อป้องกันโรคที่จะเป็นอันตรายต่อไก่ รวมทั้งการใช้สารเคมีเพื่อเร่งการเจริญเติบโตของไก่ ซึ่งอาจทำให้สารเคมีตกค้างอยู่ในไข่ได้ ดังนั้นอีกทางเลือกหนึ่งของเกษตรกรในการเลี้ยงไก่พันธุ์ไข่ให้ปลอดภัยต่อผู้บริโภคที่ต้องการรักษาสุขภาพ คือ การเลี้ยงไก่ไข่อินทรีย์ หรือการเลี้ยงแบบปล่อยตามธรรมชาติ [2]

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การเลี้ยงไก่ไข่อินทรีย์แบบเกษตรกรเป็นการนำแม่พันธุ์ไก่พร้อมไข่มาเลี้ยงแบบปล่อยตามธรรมชาติ โดยไม่ใช้สารเคมีจากอาหารสำเร็จรูปเกษตรกรจะออกแบบสร้างโรงเรือนฟาร์มให้มีสภาพแวดล้อมให้มีทุ่งหญ้า หรือพื้นที่เปิดโล่งให้ไก่ได้คุ้ยเขี่ย ไม่ใช้กรงตับหรือกักขังแม่ไก่ไว้เคลื่อนไหวได้อย่างอิสระ มีน้ำอาหารพื้นที่ว่าง และแสงตามธรรมชาติ ในปริมาณที่เพียงพอในการรักษาอุณหภูมิให้ไก่รู้สึกสบายที่อุณหภูมิแวดล้อม 28-38 องศาเซลเซียส ห้ามใช้สารเคมีทุกชนิดในการเลี้ยงไก่ รวมถึงยาและฮอร์โมนสังเคราะห์ อนุญาตให้ใช้วัคซีนตามที่หน่วยงานรัฐแนะนำได้ แต่ต้องไม่เป็นวัคซีนที่มาจากกระบวนการทางพันธุวิศวกรรม ที่ฟาร์มไก่ไข่อินทรีย์ของเกษตรกร สหกรณ์เกษตรอินทรีย์ ตำบลธงธานี จังหวัดร้อยเอ็ด ปัญหาฟาร์มไก่ไข่ที่พบได้แก่ การคอยดูแลอยู่ตลอด เนื่องจากไก่จะเริ่มไข่ตั้งแต่เวลา 09.00 น. จึงต้องเข้าโรงเลี้ยงไก่ตลอดทั้งวัน การให้น้ำทางโรงเลี้ยงเป็นแบบท่อ แต่ต้องเปลี่ยนรางน้ำบ่อยครั้งเนื่องจากรางน้ำสกปรกบ่อย ส่วนการควบคุมอุณหภูมิเนื่องจากภูมิอากาศประเทศไทยส่วนใหญ่มีอากาศร้อน จึงต้องมีระบบสปาร์กน้ำเพื่อควบคุมอุณหภูมิ แต่ยังเป็นการใช้มือเปิดปิด ยังไม่สามารถรู้ว่าคุณสมบัติเท่าไรที่ไก่ต้องการไม่สามารถคาดเดาได้ ในโรงเรือนส่วนที่ไก่ออกไปฟาร์มจะเป็นโรงเรือนแบบปิด จากการศึกษาโรงเรือนเลี้ยงไก่ต้นแบบควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นอัตโนมัติ พบว่าการควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ใช้เซ็นเซอร์ตรวจสอบระบบควบคุมมีพัดลมช่วยระบายอากาศสามารถลดความร้อนอุณหภูมิ 6 องศาเซลเซียส ได้อัตราการรอดการแลกเนื้อของไก่พันธุ์เนื้อเกินร้อยละ 95 แต่วิธีการเลี้ยงในระบบเปิดอาจจะต้องป้องกันเสียงดังรบกวนให้แม่ไก่เกิดอาการเครียดขณะออกไปรวมไปถึงลดการรบกวนจากเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่

จากปัญหาข้างต้นการเลี้ยงไก่พันธุ์ไข่แบบอินทรีย์ต้องให้ความสำคัญกับแม่ไก่จะต้องไม่เกิดอาการเครียด เพื่อผลผลิตไข่ที่มีคุณภาพจึงต้องจัดการให้อาหารที่ปลอดภัยสารเคมี และน้ำสะอาด รวมถึงการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นให้เหมาะสมสำหรับแม่ไก่ ดังนั้นเกษตรกรจะต้องอยู่ดูแลโรงเรือนตลอดทั้งวัน เนื่องจากกลุ่มเกษตรกร เป็นชุมชนต้นแบบของการเลี้ยงไก่ไข่แบบอินทรีย์ที่ผ่านการรับรองมาตรฐาน จากกรมปศุสัตว์ จังหวัดร้อยเอ็ด เป็นแห่งแรกโดยจากการส่งเสริมจากหน่วยงานภาครัฐมีการวางแผนการขยายเครือข่ายให้ผู้สนใจเข้าร่วมโครงการเลี้ยงไก่ แต่เนื่องจากยังขาดความรู้และเทคโนโลยีสำหรับการเลี้ยงไก่ไข่อินทรีย์ รวมไปถึงการจัดเตรียมโรงเรือนที่จำกัดด้วยพื้นที่และสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม เมื่อผู้บริโภคต้องไข่เพิ่มมากขึ้นเกษตรกรไม่สามารถเพิ่มจำนวนแม่พันธุ์ไก่ไข่ได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีเพื่อศึกษาประสิทธิภาพการเลี้ยงไก่ไข่แบบอัตโนมัติโดยมีการเปรียบเทียบการเลี้ยงของกลุ่มเกษตรกรที่เลี้ยงไก่ไข่อินทรีย์ นำเทคโนโลยีในการควบคุมระบบการเลี้ยงในรูปแบบกึ่งอัตโนมัติให้สามารถควบคุมการเลี้ยงไก่พันธุ์ไข่ ช่วยให้เกษตรกรลดเวลาในการดูแลแม่ไก่สามารถเพิ่มปริมาณไข่

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การออกแบบ และสร้างโรงเรือนเลี้ยงไก่ไข่อินทรีย์

ในการออกแบบโรงเรือนเลี้ยงไก่ไข่อินทรีย์ที่เหมาะสมสำหรับไก่ไข่อินทรีย์ควรมีลักษณะสามารถป้องกันแดด ลม และฝนได้ดี ป้องกันการรบกวนจาก นก หนู แมว ยุง และสุนัข รักษาความสะอาดได้ง่าย น้ำไม่ขัง และควรเป็นแบบที่สร้างได้ง่ายราคาถูก ใช้วัสดุก่อสร้างที่หาได้ในท้องถิ่น โดยโรงเรือนมีพื้นที่แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

- 1) พื้นที่โรงเรือนสำหรับวางรังไข่ให้แม่ไก่ออกไปขนาดกว้าง × ยาว × สูง เท่ากับ $3 \times 8 \times 2$ เมตร ดังรูปที่ 1
- 2) พื้นที่ภายนอกโรงเรือนเพื่อให้แม่ไก่เดินจำนวน 50 ตัว ขนาด 800 ตารางเมตร โดยพื้นที่โรงเรือนทั้งหมดกว้าง × ยาว เท่ากับ 20×40 เมตร รองพื้นวัสดุด้วยแกลบปิดล้อมรอบบริเวณด้วยแผ่นกระเบื้อง



รูปที่ 1 โรงเรือนสำหรับเลี้ยงไก่ไข่

3.2 หลักการควบคุมทำงานของระบบเลี้ยงไก่ไข่อินทรีย์

ออกแบบ และสร้างระบบควบคุมโรงเรือนอุปกรณ์ประกอบด้วย 1) วงจรประมวลผลกลางไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU ESP8266 2) Module Relay 5 โวลต์ 3) พัดลมแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ 4) เซ็นเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิความชื้นรุ่น DHT21 5) โซลินอยด์วาล์วควบคุมการให้น้ำสำหรับรดอุณหภูมิในโรงเรือน และ 6) หลอดไฟให้แสงสว่าง ระบบการให้แสงสว่างด้วยหลอดไฟ ตั้งเวลาไว้ตั้งแต่เวลา 18.00 - 21.00 น. NodeMCU ESP8266 จะสั่งให้โมดูลรีเลย์ปิด และเปิดการทำงานของหลอดไฟ มีระบบการควบคุมอุณหภูมิความชื้น แบ่งเป็น 2 พื้นที่

3.2.1 พื้นที่สำหรับวางรังไข่ให้แม่ไก่ไข่ โดยเมื่อเซ็นเซอร์ DHT21 วัดอุณหภูมิในโรงเรือนได้มากกว่า 30 องศาเซลเซียส NodeMCU ESP8266 สั่งโมดูลรีเลย์เปิดใช้พัดลมระบายอากาศ และ

ป้อนน้ำจะหยดน้ำใส่แผ่นรังผึ้งขนาด กว้าง x ยาว เท่ากับ 3 x 3 เมตร เพื่อลดอุณหภูมิในโรงเรือน สำหรับให้แม่ไก่ไข่ เมื่ออุณหภูมิน้อยกว่า 27 องศาเซลเซียส ระบบจะส่งโมดูลรีเลย์ปิดการทำงานทันที

3.2.2 ระบบหยดน้ำ โดยเมื่อเซ็นเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิบริเวณสำหรับให้ไก่เดิน หากอุณหภูมิมากกว่า 30 องศาเซลเซียส และเซ็นเซอร์วัดความชื้นในดินวัดความชื้นได้น้อยกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ NodeMCU ESP8266 ส่งโมดูลรีเลย์ เปิดโซลินอยด์วาล์วทำการหยดน้ำ ในบริเวณพื้นที่ที่กำหนดไว้ หากค่าความชื้นในดินมีมากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ NodeMCU ESP8266 ส่งโมดูลรีเลย์ปิดการทำงานของระบบหยดน้ำ โดยการสังเกตผลระยะเวลา 7 วัน และวัดปริมาณการให้อาหารไก่พันธุ์ไข่ในหนึ่งวันปริมาณ 5 กิโลกรัม ระบบทำงานในเวลา 09.00 น. การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล นำแม่ไก่อายุ 10 เดือน จำนวน 50 ตัว มาทดลองเลี้ยงในโรงเรือนที่มีระบบเลี้ยงปรับสภาพแม่ไก่ไข่อินทรีย์ให้เคยชินกับการกินอาหาร ดังรูปที่ 2 ในระยะเวลา 30 วัน ก่อนการทดลองควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อหาอัตราการรอดชีวิต (Survival rate) คุณภาพของไข่ (Egg quality) จากสมการ (1) และ (2) หาประสิทธิภาพของระบบ เปรียบเทียบกับการเลี้ยงไก่ไข่อินทรีย์แบบเกษตรกร เพื่อเป็นประโยชน์แก่เกษตรกรต่อไป

การหาอัตราการรอดชีวิต

$$(\%) = (\text{จำนวนไก่ที่เหลือ} / \text{จำนวนไก่เริ่มต้น}) \times 100 \quad (1)$$

การหาอัตราการไข่

$$(\%) = (\text{ปริมาณไข่} / \text{จำนวนไก่พันธุ์ไข่}) \times 100 \quad (2)$$



รูปที่ 2 การกินอาหารปรับสภาพแม่ไก่ให้เคยชิน

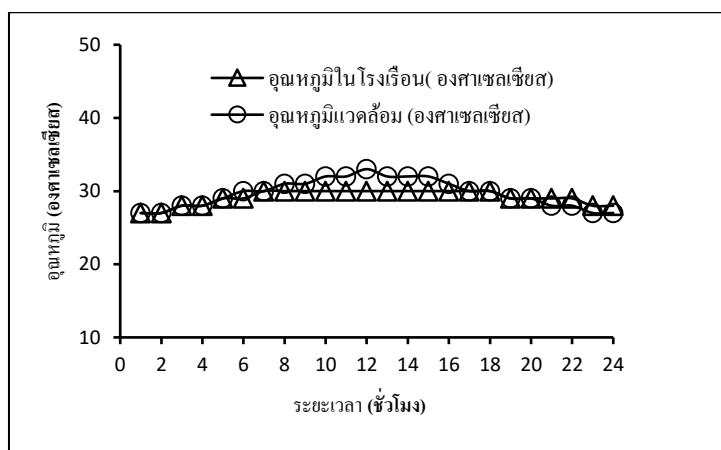
4. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโรงเรือนต้นแบบสำหรับแม่ไก่ออกไข่มีระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นอัตโนมัติ ผลการศึกษา และการทดสอบสามารถแสดงได้ดังนี้

ผลทดสอบระบบให้ความเย็นระบายอากาศ และประสิทธิภาพการทำงานของระบบปรับอากาศในห้องปฏิบัติการที่เหมาะสมให้กับไก่ไข่ โดยอุณหภูมิที่แม่ไก่ไข่ต้องการอยู่ระหว่าง 27-30 องศาเซลเซียส จากทดสอบโดยการเพิ่มค่าเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส ผลการศึกษาพบว่า ไก่เป็นสัตว์ที่ไม่มีต่อมเหงื่อ จึงยากต่อการระบายความร้อนในร่างกาย หากอุณหภูมิมีค่าที่สูงเกินค่าที่กำหนดจะทำให้ไก่เกิดอาการเครียด กินอาหารน้อยลง จึงทำให้ปริมาณการไข่ของแม่ไก่ลดลง จากรูปที่ 3 วงจรอิเล็กทรอนิกส์ควบคุมสามารถทำงานตามเงื่อนไขได้อย่างแม่นยำด้วยโมดูลรีเลย์ 4 ช่องอุปกรณ์เป็นอิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ตัด-ต่อวงจร โดยใช้แม่เหล็กไฟฟ้าจ่ายให้รีเลย์ทำงานตามกำหนด ทำหน้าที่สั่งงานปั้มน้ำสำหรับไหลเวียนผ่านแผ่นรังผึ้ง และควบคุมพัดลมระบายอากาศ ผลการทดสอบเขียนโปรแกรมบนซอฟต์แวร์ Arduino IDE โปรแกรมผ่านพอร์ต USB เซ็นเซอร์จะเริ่มตรวจสอบวัดค่าอุณหภูมิทำการส่งข้อมูลไปยังบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 3 อุปกรณ์ควบคุมการตรวจสอบอุณหภูมิ และความชื้น



รูปที่ 4 อุณหภูมิในโรงเรือนออกไข่

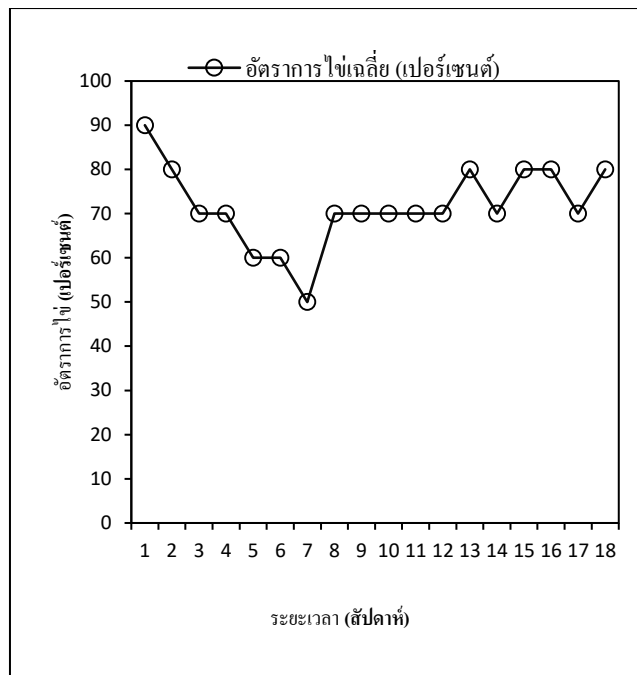
จากรูปที่ 4 ผลการเปรียบเทียบอุณหภูมิในโรงเรือนออกไข่กับอุณหภูมิสภาพแวดล้อมในระยะเวลา 24 ชั่วโมง โดยหาค่าเฉลี่ยอุณหภูมิในทุกๆ 1 ชั่วโมง พบว่าอุณหภูมิในโรงเรือนคงที่เฉลี่ย

ในช่วง 27- 30 องศาเซลเซียส เมื่อเปรียบเทียบกับอุณหภูมิสภาพแวดล้อมที่เพิ่มสูงขึ้นในช่วงเวลา กลางวัน พบว่าภายในโรงเรือนระบบปิดสามารถลดอุณหภูมิลงได้สูงสุด 4 องศาเซลเซียส เนื่องจา การแลกเปลี่ยนความร้อนผ่านแผ่นรังผึ้ง สำหรับการออกแบบควรให้โรงเรือนต้นแบบระบายน้ำได้มาก และให้ความเร็วลมในโรงเรือนไม่น้อยกว่า 2.5 - 2.8 เมตรต่อวินาที ดังนั้นการเลี้ยงไก่ในโรงเรือน ระบบปิดเรื่องการระบายอากาศ (Ventilation) ในโรงเรือนเป็นสิ่งสำคัญ [4] เพื่อใช้ประโยชน์ความ เย็นจากความเร็วลม และลมยังช่วยพาความชื้นออกไปจากโรงเรือน ช่วยทำให้ค่าดัชนีความเครียด (Heat Stress Index) ลดลงได้ในระดับหนึ่ง สิ่งที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือ ต้องจัดการให้กระแสมี ความสม่ำเสมอทั่วถึงกันทั้งโรงเรือน และไม่มีจุดอับลมสามารถถ่ายเทคาร์บอนไดออกไซด์อากาศ และ แก๊สแอมโมเนียได้ดี ดูดอากาศให้สม่ำเสมอทั่วถึงทั้งโรงเรือน [5]

ผลทดสอบระบบให้ความชื้น พบว่าเมื่อความชื้นในดินน้อยกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ และ อุณหภูมิ แวดล้อมมากกว่า 30 องศาเซลเซียส บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์จะสั่งเปิดการทำงานของโซลินอยด์ วาวล์ เพื่อเปิดระบบหยดน้ำ เมื่อความชื้นในดินมากเกินไปจนเกินกำหนดระบบจะสั่งการทำงานของโซลินอยด์ วาวล์ เพื่อปิดระบบหยดน้ำทันที ดังนั้นการอาศัยการเปิดรดน้ำช่วยให้ความชื้นดินเพิ่มขึ้นในระยะเวลา ประมาณ 1 ชั่วโมง เป็นการรักษาระดับความชื้นให้ดินเท่ากับ 60 - 70 เปอร์เซ็นต์

5. สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้นำผลทดสอบมาเปรียบเทียบ จากการศึกษาการเลี้ยงไก่ในโรงเรือนต้นแบบ สำหรับไก่ไข่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นอัตโนมัติ พบว่าพฤติกรรมของแม่ไก่จะร่าเริงในสภาวะ อุณหภูมิ 26-30 องศาเซลเซียส แม่ไก่กินอาหารได้ตลอดเวลา ส่งผลให้แม่ไก่ในช่วงสัปดาห์ที่ 8 มี อัตราการไข่ต่อเนื่องเท่ากับ 75-80 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณไข่ที่เลี้ยงในโรงเรือนต้นแบบ เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 20 ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 8 เมื่อเปรียบเทียบกับผลการเลี้ยงวิธีเกษตรกร ดังรูปที่ 5 น้ำหนักไข่ไก่ที่ได้เท่ากับ 56.45 กรัม (เบอร์ 3)



รูปที่ 5 อัตราการใช้ไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงในโรงเรียนต้นแบบ

เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2559). คู่มือการเลี้ยงไก่ไข่ระบบปล่อยอิสระและอินทรีย์. สืบค้นจาก https://pvlo-cmi.dld.go.th/webnew/images/doc/create_%20awareness/2566/Jan2566/4.pdf.
- [2] สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจการเกษตร. (2565). ข้อมูลเศรษฐกิจ การเกษตร สืบค้นจาก <http://www.oae.go.th>.
- [3] สุทิตา เข้มพะกา และเฉลิมชัย หอมตา. (2558). ผลของการเลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อยต่อสมรรถนะการให้ผลผลิต คุณภาพไข่ ปริมาณคอเลสเตอรอล และองค์ประกอบของกรดไขมันในไข่. รายงานวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- [4] กรรณิการ์ วงษ์พานิชย์ นนธิไชย คำมี กานดา ล้อแก้วมณี และ เจษฎา เตชมหาศรานนท์. (2562). ศึกษาอัตราความเร็วลมและอุณหภูมิในโรงเรือนไก่ไข่ระบบปิดฟาร์มวิจัยด้านสัตว์. วารสารแก่นเกษตร, 4(2), 1059-1064.
- [5] อิศาสตร์ คณาศรี อลงกต หนองขุนสาร สันติ นรากุลนันท์, เอกบดินทร์ กลิ่นเกษร สิทธิเดช หมอกมีชัย ประสิทธิ์ มงคลเกษตร และ สมร ทวีบุญ. (2561). โรงเรือนเลี้ยงไก่ต้นแบบควบคุมอุณหภูมิ และความชื้นอัตโนมัติ. ในการประชุมวิชาการงานวิจัย และพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 17, หน้า 94-98. อุบลราชธานี : มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.