



FEAT JOURNAL

FARM ENGINEERING AND AUTOMATION TECHNOLOGY JOURNAL

วารสารวิศวกรรมฟาร์มและเทคโนโลยีการควบคุมอัตโนมัติ

การพัฒนาเครื่องอบแห้งเส้นไหมแบบอัตโนมัติด้วยสมองกลฝังตัว

Development automatic silk drying machine by embedded system

ธัญภพ ศิริมาศเกษม* และ ธเนศ ตั้งจิตเจริญเลิศ

Thanyaphob Sirimaskasem* and Thanet Thangjitjaroenlert

สาขาเทคโนโลยีวิศวกรรมไฟฟ้า คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร กรุงเทพมหานคร

Department of Electrical Engineering Technology, Faculty of Industrial Technology,

Phranakhon Rajabhat University, Bangkok

Received: 29 March 2022

Revised: 21 November 2022

Accepted: 29 November 2022

Available online: 23 June 2023

บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่อง การพัฒนาและสร้างเครื่องอบแห้งเส้นไหมแบบอัตโนมัติด้วยสมองกลฝังตัว มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องอบแห้งเส้นไหมแบบอัตโนมัติด้วยสมองกลฝังตัว และ 2) หาประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้งเส้นไหมแบบอัตโนมัติด้วยสมองกลฝังตัว วิจัยโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ร่วมกับอุปกรณ์ไฟฟ้าในการควบคุมและแสดงผล ใช้พลังงานไฟฟ้า 220 โวลต์ 1 เฟส ใช้ชุดลดความร้อนทางไฟฟ้าเป็นตัวกำเนิดความร้อน มอเตอร์พัดลมแบบหอยโข่งเป็นตัวพาความร้อน และมอเตอร์เกียร์เป็นตัวหมุนชุดแขนไขใหม่ และการเปรียบเทียบค่าความชื้นของเส้นไหมช่วงก่อนอบและหลังการอบด้วยเครื่องอบแห้งเส้นไหมแบบอัตโนมัติด้วยสมองกลฝังตัว ดำเนินการทดสอบเส้นไหมถูกอบที่อุณหภูมิ 35 40 และ 45 องศาเซลเซียส ที่ช่วงเวลาอบ 2, 4, 6, 8 และ 10 นาที วัดอุณหภูมิใหม่เปลือกหรือใหม่หีบชุบน้ำบิดหมาด เส้นไหมจำนวน 7 ไร่ ต่อ 1 รอบการอบ ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้งเส้นไหมแบบอัตโนมัติด้วยสมองกลฝังตัว ณ อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส มีประสิทธิภาพเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 16.55 อุณหภูมิที่ 40 องศาเซลเซียส มีประสิทธิภาพเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 18.66 และ 45 องศาเซลเซียส มีประสิทธิภาพเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 19.58 การเพิ่มอุณหภูมิและระยะเวลาจะส่งผลต่อปริมาณ ความชื้นที่ลดลง ซึ่งเห็นว่าอิทธิพลร่วมระหว่าง 2 ปัจจัยส่งผลต่อปริมาณความชื้นในเส้นไหม

คำสำคัญ: เครื่องอบ เส้นไหม อัตโนมัติ สมอกลฝังตัว

Abstract

The objectives of research were 1) to design and build an embedded automatic silk drying machine and 2) to determine the efficiency of an embedded automatic silk drying machine. Research method by using microcontroller together with electrical devices to control and display results. It uses electricity 220 volts, 1 phase, uses an electric heating coil as a heat generator. Centrifugal fan motors are heat carriers and the gear motor is the rotation of the hanger and the comparison of the silk moisture content before and after drying by the embedded automatic silk drying machine. Test threads were annealed at 35, 40 and 45 degrees Celsius at baking times of 2, 4, 6, 8 and 10 minutes baked. The results showed that the efficiency of the embedded automatic silk dryer at a temperature of 35 had an average efficiency of 16.55%. A temperature of 40 had an average efficiency of 18.66% and 45 °C had average efficiency of 19.58%. Temperature and duration will affect the quantity reduced humidity Point out that the mutual influence between the two factors affects the moisture content of the silk.

Keywords: Dryer: Silk: Automatic: Embedded

*ติดต่อ: thanyaphob.s@pnru.ac.th, 081-910-8936

1. บทนำ

ผ้าไหมและผลิตภัณฑ์จากไหมของไทยเป็นที่รู้จักกันอยู่แพร่หลายและขึ้นชื่อแห่งหนึ่งของโลก ได้การยอมรับจากต่างประเทศในด้านคุณภาพและความสวยงามที่เป็นเอกลักษณ์ การผสมผสานของวัฒนธรรมและภูมิปัญญาท้องถิ่นในการนำเส้นไหมมาใช้ในการถักทอเพื่อให้เกิดเป็นผ้าไหมและผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น ชุดผ้าไหมผู้ชาย ชุดผ้าไหมผู้หญิง ผ้าพันคอ เนคไท หมอนอิง กระเป๋า ของที่ระลึกและอื่น ๆ การได้มาของผลิตภัณฑ์จากผ้าไหมที่มีคุณภาพและความสวยงาม มีขั้นตอนกระบวนการที่หลากหลาย ตั้งแต่ขั้นตอนการเลี้ยงไหม การสาวไหม การเตรียมเส้นไหม การมัดหมี่ การย้อมสี การแก้มี่ การทอผ้าไหม เป็นต้น [1] สีเส้นของเส้นไหมที่สวยงาม ได้มาจากการขั้นตอนการย้อมสี และการตากเส้นไหม ที่ผ่านมาขั้นตอนหลังการย้อมสีของชุมชนหรือท้องถิ่นจะใช้วิธีแบบธรรมชาติ โดยการนำเส้นไหมมาบิดหมาด ๆ แล้วนำไปใส่ราวผึ่งหรือตากให้แห้งในที่ร่ม [2] ซึ่งไม่สามารถควบคุมในเรื่องของเวลาการแห้งที่ต้องขึ้นอยู่กับสภาพอากาศในช่วงเวลาหรือฤดูกาลช่วงนั้น รวมถึงต้องใช้แรงงานคนในการกลับเส้นไหมเพื่อให้เกิดความแห้งอย่างสม่ำเสมอ ทำให้กระบวนการถัดไปของการทำผลิตภัณฑ์จากไหมเกิดความล่าช้า ผลิตไม่ทันตามกำหนด ผลิตภัณฑ์ไม่ได้มาตรฐาน ปัจจุบันเทคโนโลยีทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้าและการควบคุมอัตโนมัติได้พัฒนาไปมาก มีการนำเทคโนโลยีเข้ามาประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาในงานด้านต่าง ๆ มากมาย อาทิเช่น วัฒนพงษ์ รัชชวีเชียร์ และคณะ [3] ได้พัฒนา

ส่งเสริมและเผยแพร่การใช้เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์เพื่อแปรรูปผลิตผลทางการเกษตร เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบให้สูงขึ้น ถัดมาเป็นงานวิจัยของ สังวาล เพ็งพัด และวัฒนพงษ์ รัชชวีเชียร์ [4] ได้ทำการอบแห้งผลิตภัณฑ์เนื้อและปลาด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ระดับอุตสาหกรรมในครัวเรือนโดยตู้อบแห้งเป็นแบบผสมสามารถใช้กับพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานเสริมจากแก๊ส LPG ดังนั้น จากปัญหาการตากเส้นไหมข้างต้น คณะผู้วิจัยได้มีการออกแบบและสร้างเครื่องอบแห้งเส้นไหมแบบอัตโนมัติด้วยสมองกลฝังตัว ซึ่งเป็นการนำความรู้ทางเทคโนโลยีวิศวกรรมไฟฟ้าและระบบควบคุมอัตโนมัติ เข้ามาช่วยแก้ปัญหาโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ร่วมกับอุปกรณ์ไฟฟ้าในการควบคุมและแสดงผลผ่านหน้าจอสัมผัส LED ใช้พลังงานไฟฟ้า 220 โวลต์ 1 เฟส ใช้ขดลวดความร้อนทางไฟฟ้าเป็นตัวกำเนิดความร้อน มอเตอร์พัดลมแบบหอยโข่งเป็นตัวพาความร้อนให้หมุนเวียนภายใน และมอเตอร์เกียร์เป็นตัวหมุนชุดแขวนใจไหมเพื่อให้เส้นไหมแห้งอย่างทั่วถึง ตัวเครื่องสามารถเลือกช่วงอุณหภูมิและเวลาในการอบแห้งเส้นไหมได้ วัตถุประสงค์งานวิจัยนี้ เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องอบแห้งเส้นไหมแบบอัตโนมัติด้วยสมองกลฝังตัว และหาประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้งเส้นไหมแบบอัตโนมัติด้วยสมองกลฝังตัว ทั้งนี้เพื่อทำให้กระบวนการอบแห้งเส้นไหมมีประสิทธิภาพดีขึ้น และเป็นประโยชน์ต่อชุมชน

2. วิธีการวิจัย

2.1 การออกแบบและสร้าง

เครื่องอบแห้งเส้นไหมแบบอัตโนมัติด้วยสมองกลฝั่งตัว ออกแบบเป็นทรงกระบอกสองชั้น ชั้นที่ 1 กั้นความร้อน ชั้นที่ 2 เป็นช่องลมหมุนเวียนอากาศภายในตู้ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 77.60 เซนติเมตร (2.55 ฟุต) สูง 122 เซนติเมตร (4.00 ฟุต) ปริมาตรภายในตู้อบ 9,467.20 ลูกบาศก์เซนติเมตร (0.334 ลูกบาศก์ฟุต) มอเตอร์หมุนเวียนลมภายในตู้อบเป็นแบบหอยโข่ง ขนาด 1/8 แรงม้า แรงดัน 220 โวลต์ มอเตอร์เกียร์ขนาด 1/4 แรงม้า แรงดัน 220 โวลต์ ใช้ขดลวดความร้อนขนาด 4,500 วัตต์ 220 โวลต์ ขนาดของขดลวดความร้อนหาได้จากสมการ

$$KW = \frac{CF \times Temp}{3000 \times \text{Heat up Time}} \quad (1)$$

CF คือ ปริมาตรตู้อบ (ลูกบาศก์ฟุต)

Temp คือ อุณหภูมิที่ต้องการ – เริ่มต้น (°C)

Heat up time คือ ระยะเวลาที่ต้องการ (ชั่วโมง)

การหาขนาดของมอเตอร์หมุนใบไหมได้จากสมการ

$$\text{Power} = \frac{2\pi \times \text{RPM} \times \text{Torque}}{60} \quad (2)$$

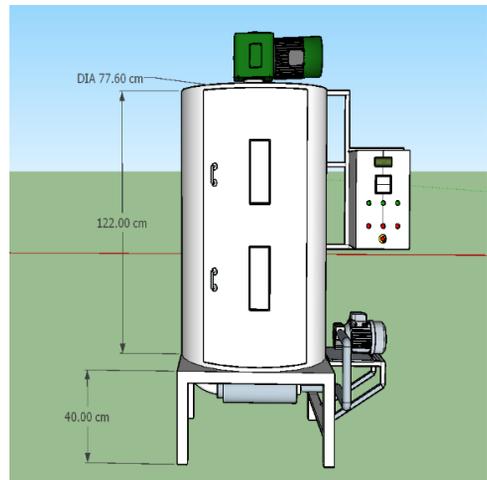
Power คือ กำลังวัตต์ของมอเตอร์ (วัตต์)

RPM คือ ความเร็วรอบของมอเตอร์ (รอบต่อนาที :rpm)

Torque คือ แรงบิดที่แกนของมอเตอร์ (นิวตัน-เมตร)

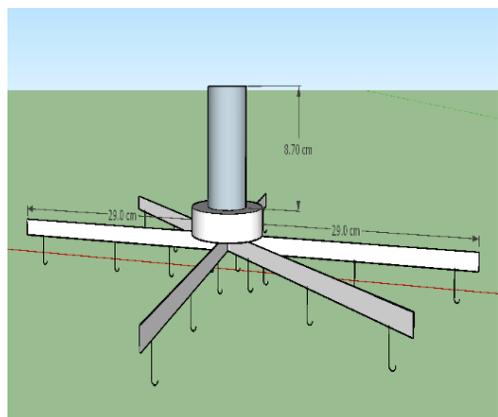
2.2 ส่วนประกอบของเครื่องอบแห้งไหม

โครงสร้างการออกแบบตัวเครื่อง การติดตั้งชุดขดลวดความร้อนไฟฟ้าอยู่ภายนอกเครื่องด้านล่างของตู้อบ ชุดหมุนเวียนลมร้อนอยู่ภายนอกด้านข้างของตู้อบ ชุดหมุนใบไหมอยู่ด้านบนของตู้อบ และชุดควบคุมการทำงานติดตั้งด้านข้างตู้อบ ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 การออกแบบขนาดเครื่องอบเส้นไหม

นอกจากนี้ยังได้ออกแบบชุดแขวนใบไหมแบบ 6 ก้าน แต่ละก้านความยาว 29.00 เซนติเมตร (0.95 ฟุต) แขวนไหมได้ก้านละ 3 ใบ ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 การออกแบบแกนหมุนและที่แขวนใบไหม

การสร้างและประกอบชุดหมუნเวียนลมร้อนใช้มอเตอร์ชนิดหอยโข่ง ชุดหมุนไฉใหม่ใช้มอเตอร์เกียร์ทดรอบอัตราส่วน 30 : 1 ดังรูปที่ 3



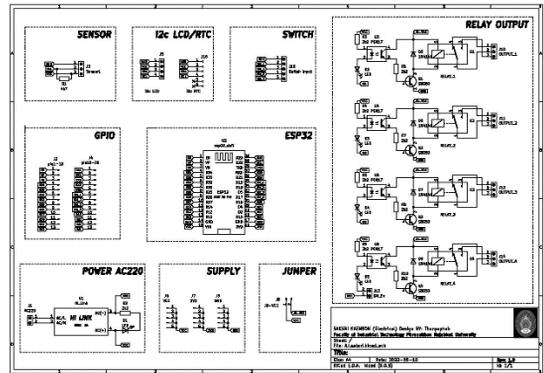
รูปที่ 3 เครื่องอบเส้นไหมแบบอัตโนมัติ

ภายในตู้ควบคุมประกอบไปด้วย ภาควควบคุม และภาคขับกำลัง ใช้แมกเนติกร่วมกับรีเลย์กำลัง เป็นตัวขับเคลื่อนการทำงานของขดลวดความร้อน มอเตอร์พัดลมหมุนเวียน และมอเตอร์หมุนไฉใหม่ ดังรูปที่ 4



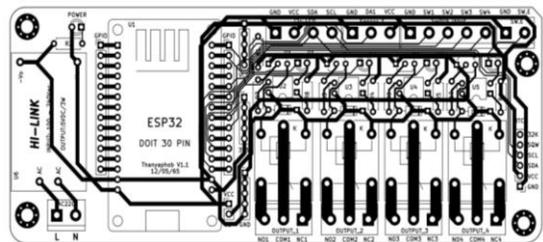
รูปที่ 4 ชุดควบคุมการทำงานของเครื่อง

ออกแบบชุดควบคุมอัตโนมัติโดยใช้สมองกลฝังตัว [5] รุ่น Arduino Nano V3.0 ATmega328P มีช่องรับส่งสัญญาณดิจิทัล 14 ช่อง และช่องรับสัญญาณอนาล็อก 6 ช่อง จอแสดงผลแบบผลึกเหลวสื่อสารรูปแบบ I2C และรีเลย์ควบคุมจำนวน 4 ตัว สำหรับการทำงานของแมกเนติกและอุปกรณ์ทางไฟฟ้า เช่น เซอร์วูดอุณหภูมิแบบดิจิทัลสื่อสารรูปแบบ I²C ดังรูปที่ 5



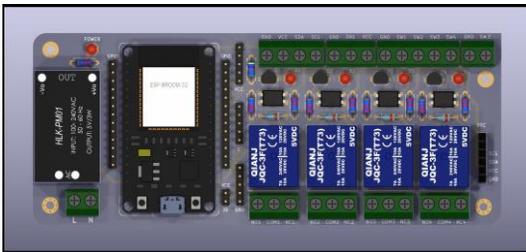
รูปที่ 5 ผังวงจรอิเล็คทรอนิกส์ชุดสมองกลฝังตัว

ผังวงจรการออกแบบและวางตำแหน่งอุปกรณ์อิเล็คทรอนิกส์ก่อนการสร้างแผงวงจรพิมพ์และการประกอบอุปกรณ์ ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 ผังวงจรอุปกรณ์ชุดสมองกลฝังตัว

สร้างแผงวงจรพิมพ์และเชื่อมประกอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เขียนโปรแกรมด้วยภาษา C/C++ รับค่าอุณหภูมิจากเซนเซอร์ [6] การประมวลผลและการควบคุมส่วนต่าง ๆ ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 ตัวควบคุมและแสดงผลด้วยสมองกลฝังตัว

หน้าจอแสดงผลแบบผลึกเหลว ขนาด 20 ตัวอักษร 4 บรรทัด แสดงการตั้งค่าอุณหภูมิ ค่าอุณหภูมิที่อ่านได้ การตั้งค่าเวลา เวลาที่เหลือ และการแจ้งเตือนเมื่อจบการทำงาน [7] ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 หน้าจอแสดงผลแบบผลึกเหลว

2.3 หลักการทำงานของเครื่องอบแห้งใหม่

การทำงานของเครื่องอบแห้งอัตโนมัติด้วยสมองกลฝังตัว มี 2 ระบบ คือ ระบบควบคุมด้วยมือ ใช้ตัวควบคุมอุณหภูมิทางไฟฟ้า (Temperature Controller) ในการตั้งค่าและควบคุมอุณหภูมิ หยุดการทำงานด้วย

การกดปุ่มหยุด ไม่สามารถตั้งเวลาหยุดการทำงานของเครื่องได้ ระบบควบคุมอัตโนมัติ (Auto) ใช้สมองกลฝังตัวรับค่าจากเซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิ [8] เพื่อควบคุมการทำงานและแสดงผลด้วยจอผลึกเหลว ขนาด 20 ตัวอักษร 4 บรรทัด ใช้แมกเนติกร่วมกับรีเลย์ กำลังเป็นภาคขับเคลื่อนการทำงานขดลวดความร้อนมอเตอร์พัดลมหมุนเวียน และมอเตอร์หมุนใจใหม่ สามารถตั้งเวลาหยุดการทำงานเครื่องได้อัตโนมัติ ขั้นตอนการทำงาน กดปุ่มเริ่มทำงานเลือกการควบคุมแบบมือหรือแบบอัตโนมัติ ตั้งค่าอุณหภูมิและเวลาใช้งาน (สำหรับการควบคุมแบบอัตโนมัติ) กดปุ่มยืนยันมอเตอร์พัดลมเริ่มหมุนเวียนลมผ่านขดลวดความร้อน และมอเตอร์หมุนใจใหม่เริ่มทำงาน เซนเซอร์อ่านค่าอุณหภูมิส่งสัญญาณเข้าสมองกลฝังตัวเพื่อควบคุมชุดขับเคลื่อนขดลวดความร้อนให้ทำงานหรือหยุดทำงานตามค่าอุณหภูมิที่ตั้งไว้ จอแสดงผลแบบผลึกเหลว แสดงข้อมูล 4 ค่า อุณหภูมิที่ตั้งค่า อุณหภูมิภายในตู้ เวลาทำงานที่ตั้งค่าและเวลาที่เหลือในการทำงาน [9] กรณีเกิดเหตุขัดข้องสามารถหยุดระบบได้ทันทีด้วยปุ่มหยุดฉุกเฉินทางไฟฟ้า เมื่อครบกำหนดเวลาระบบหยุดทำงานอัตโนมัติและแจ้งเตือนจบการทำงานผ่านจอแสดงผลแบบผลึกเหลว ดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 หน้าจอแจ้งเตือนจบการทำงาน

2.4 วิธีการทดลอง

วัสดุที่ใช้ในการอบเป็นชนิดใหม่เปลือกชุบน้ำบดหมาด จำนวน 7 ไร่ ต่อ 1 รอบการอบ ทดสอบที่อุณหภูมิ 2 ช่วง คือ 35 40 และ 45 องศาเซลเซียส ช่วงเวลา 2, 4, 6, 8 และ 10 นาที วัดความชื้นด้วยเครื่องวัดแบบดิจิตอล หน่วยวัดความชื้นเป็นเปอร์เซ็นต์ ดังรูปที่ 10



รูปที่ 10 การวัดความชื้นด้วยเครื่องวัดดิจิตอล

2.5 การหาประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้งใหม่

การหาประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้งเส้นไหมแบบอัตโนมัติด้วยสมองกลฝังตัว เป็นการหาอัตราส่วนการลดความชื้นได้จากสมการ

$$\eta = \frac{MC_i - MC_o}{MC_o} \times 100 \quad (3)$$

η คือ ประสิทธิภาพการลดความชื้น

MC_i คือ ความชื้นเส้นไหมก่อนการอบ (%)

MC_o คือ ความชื้นเส้นไหมหลังการอบ (%)

3. ผลการทดสอบ

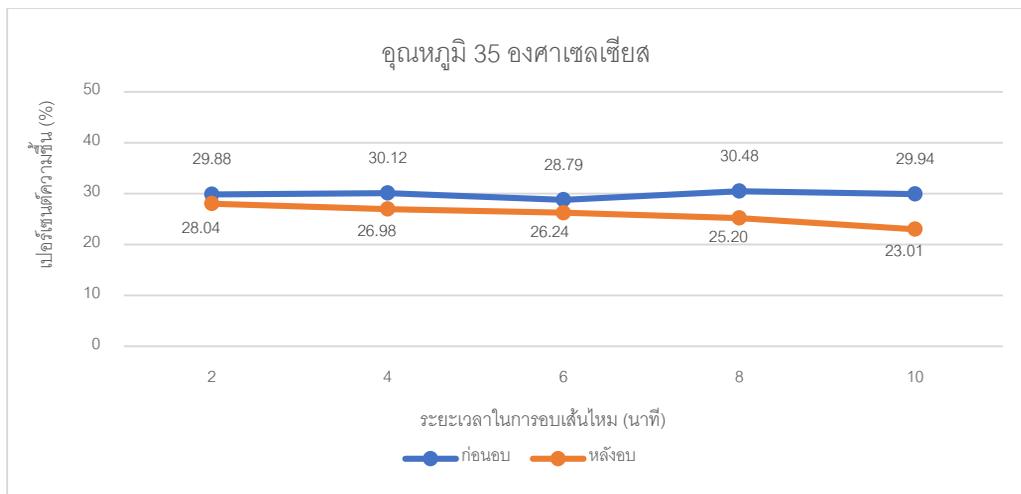
3.1 ผลการทดสอบเครื่องอบเส้นไหมด้วยสมองกลฝังตัวที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส

ผลการทดสอบเครื่องอบเส้นไหมด้วยสมองกลฝังตัว ทดสอบอบเส้นไหมที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส จำนวนไหม 7 ไร่ ต่อ 1 รอบการอบใหม่เปรียบเทียบความชื้นวัดของเส้นไหมก่อนและหลังการอบด้วยเครื่องวัดความชื้นแบบดิจิตอล จำนวน 5 ช่วงเวลา คือ 2, 4, 6, 8 และ 10 นาที ความชื้นก่อนเข้าเครื่องอบเส้นไหมร้อยละ 29.88, 30.12, 29.78, 30.48 และ 29.94 ความชื้นหลังออกจากเครื่องอบลดลงร้อยละ 28.04, 26.98, 26.24, 26.20 และ 23.01 ตามลำดับ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ความชื้น 5 ช่วงเวลา ที่ 35 องศาเซลเซียส

เส้นไหมใหม่ที่	2 นาที		4 นาที		6 นาที		8 นาที		10 นาที	
	เปอร์เซ็นต์ความชื้น (%) ก่อนอบ	เปอร์เซ็นต์ความชื้น (%) หลังอบ								
1	30.40	28.80	29.50	26.90	30.10	26.70	33.00	24.20	30.00	23.10
2	29.60	28.60	30.40	27.00	29.40	26.50	29.50	25.30	29.70	24.10
3	29.50	27.70	30.30	27.50	29.10	26.00	30.10	24.60	29.60	22.40
4	29.90	27.30	30.90	26.70	30.00	26.50	30.00	26.50	30.50	23.60
5	30.10	28.10	29.30	27.10	30.90	26.30	30.60	25.30	29.40	22.50
6	29.20	27.60	30.80	26.90	29.20	25.60	30.60	25.40	30.80	22.30
7	30.50	28.20	29.70	26.80	29.80	26.10	29.60	25.10	29.60	23.10
ค่าเฉลี่ย	29.88	28.04	30.12	26.98	29.78	26.24	30.48	25.20	29.94	23.01

รูปแสดงผลการเปรียบเทียบความชื้นก่อนการเข้าเครื่องอบเส้นไหมและหลังการอบเส้นไหม 5 ช่วงเวลา 2, 4, 6, 8 และ 10 นาที ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ดังรูปที่ 11



รูปที่ 11 ผลการเปรียบเทียบความชื้นก่อนการเข้าและหลังการอบเส้นไหม ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส

3.2 ผลการทดสอบเครื่องอบเส้นไหมด้วย สมอกลฝักตัวที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส

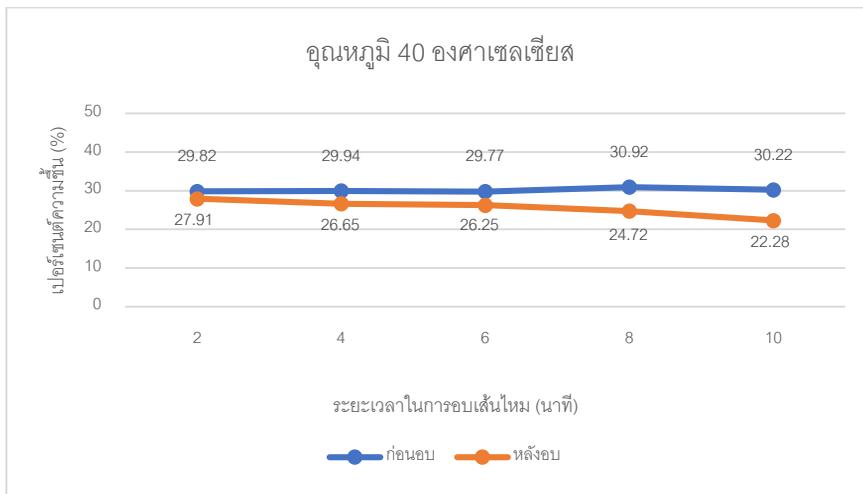
ผลการทดสอบเครื่องอบเส้นไหมอัตโนมัติด้วย สมอกลฝักตัว ทดสอบอบเส้นไหมที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส จำนวนไหม 7 ใจ ต่อ 1 รอบการอบไหมเปรียบเทียบความชื้นวัดของเส้นไหมก่อนและ

หลังการอบด้วยเครื่องวัดความชื้นแบบดิจิตอล จำนวน 5 ช่วงเวลา คือ 2, 4, 6, 8 และ 10 นาที ความชื้นก่อนเข้าเครื่องอบเส้นไหมร้อยละ 29.82, 29.94, 29.77, 34.92 และ 30.22 ความชื้นหลังออกจากเครื่องอบลดลงร้อยละ 28.04, 26.98, 26.24, 26.20 และ 23.01 ตามลำดับ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ความชื้น 5 ช่วงเวลา ที่ 40 องศาเซลเซียส

เส้นไหมใจที่	2 นาที		4 นาที		6 นาที		8 นาที		10 นาที	
	เปอร์เซ็นต์ความชื้น (%)		เปอร์เซ็นต์ความชื้น (%)		เปอร์เซ็นต์ความชื้น (%)		เปอร์เซ็นต์ความชื้น (%)		เปอร์เซ็นต์ความชื้น (%)	
	ก่อนอบ	หลังอบ								
1	29.80	28.20	30.50	26.80	30.30	26.60	32.00	24.10	32.10	22.10
2	29.90	28.30	30.20	26.70	29.00	26.70	30.10	24.60	29.60	21.80
3	30.00	27.90	29.80	26.50	29.50	26.30	30.50	25.60	30.20	22.60
4	29.20	27.60	29.60	26.90	29.70	26.30	30.80	25.50	30.10	22.60
5	29.60	28.20	29.80	26.40	30.70	25.60	29.50	24.30	29.70	22.80
6	30.20	27.40	29.80	26.60	30.00	26.50	31.40	24.20	30.10	21.30
7	30.10	27.80	29.90	26.70	29.20	25.80	29.70	24.80	29.80	21.10
ค่าเฉลี่ย	29.82	27.91	29.94	26.65	29.77	26.25	30.92	24.72	30.22	22.28

รูปแสดงผลการเปรียบเทียบความชื้นก่อนการอบและหลังการอบเส้นไหม 5 ช่วงเวลา 2, 4, 6, 8 และ 10 นาที ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ดังรูปที่ 12



รูปที่ 12 ผลการเปรียบเทียบความชื้นก่อนการเข้าและหลังการอบเส้นไหม ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส

3.3 ผลการทดสอบเครื่องอบเส้นไหมด้วย สมองกลฝังตัวที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส

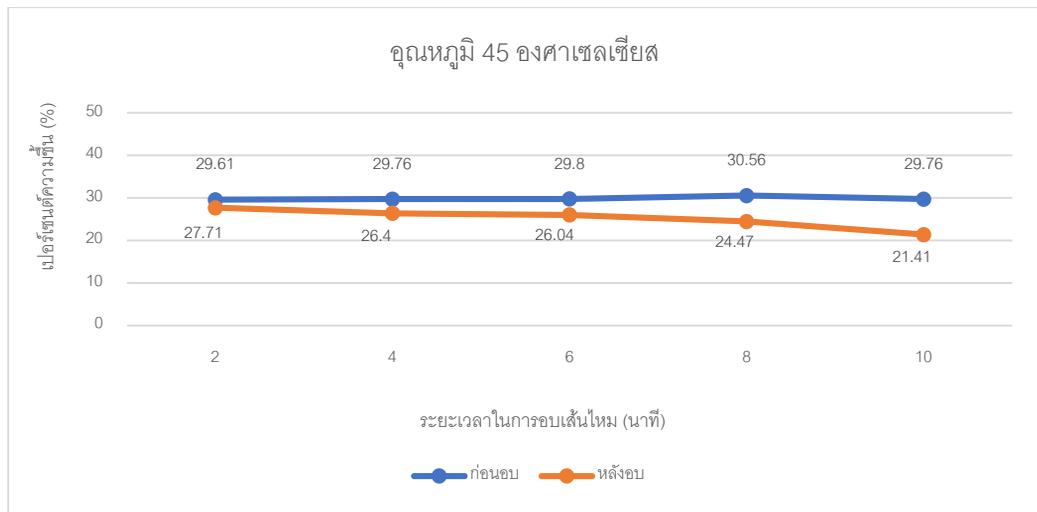
ผลการทดสอบเครื่องอบเส้นไหมอัตโนมัติด้วยสมองกลฝังตัว ทดสอบอบเส้นไหมที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส จำนวนไหม 7 ใจ ต่อ 1 รอบการอบไหม เปรียบเทียบความชื้นวัดของเส้นไหมก่อนและหลังการ

อบด้วยเครื่องวัดความชื้นแบบดิจิตอล จำนวน 5 ช่วงเวลา คือ 2, 4, 6, 8 และ 10 นาที ความชื้นก่อนเข้าเครื่องอบเส้นไหมร้อยละ 29.61, 29.76, 29.80, 30.56 และ 29.76 ความชื้นหลังออกจากเครื่องอบลดลงร้อยละ 27.71, 26.40, 26.04, 24.47 และ 21.41 ตามลำดับ ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ความชื้น 5 ช่วงเวลา ที่ 45 องศาเซลเซียส

เส้นไหมใจที่	2 นาที		4 นาที		6 นาที		8 นาที		10 นาที	
	เปอร์เซ็นต์ความชื้น (%)		เปอร์เซ็นต์ความชื้น (%)		เปอร์เซ็นต์ความชื้น (%)		เปอร์เซ็นต์ความชื้น (%)		เปอร์เซ็นต์ความชื้น (%)	
	ก่อนอบ	หลังอบ								
1	29.20	28.00	30.00	26.20	30.00	26.10	31.00	23.00	30.00	20.00
2	29.60	28.00	30.00	26.40	29.10	26.60	29.90	24.20	29.40	21.30
3	29.80	27.50	29.30	26.20	30.00	25.80	31.40	25.40	30.00	22.30
4	29.10	27.40	29.50	26.70	29.50	26.00	31.20	25.60	30.20	22.50
5	29.80	28.20	29.50	26.00	30.50	25.20	29.40	24.20	29.00	21.90
6	30.00	27.50	30.00	26.70	30.00	26.70	31.50	24.20	30.20	21.10
7	29.80	27.40	30.00	26.60	29.50	25.90	29.50	24.70	29.50	20.80
ค่าเฉลี่ย	29.61	27.71	29.76	26.40	29.80	26.04	30.56	24.47	29.76	21.41

รูปแสดงผลการเปรียบเทียบความชื้นก่อนการเข้าเครื่องอบเส้นไหมและหลังการอบเส้นไหม 5 ช่วงเวลา 2, 4, 6, 8 และ 10 นาที ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ดังรูปที่ 13

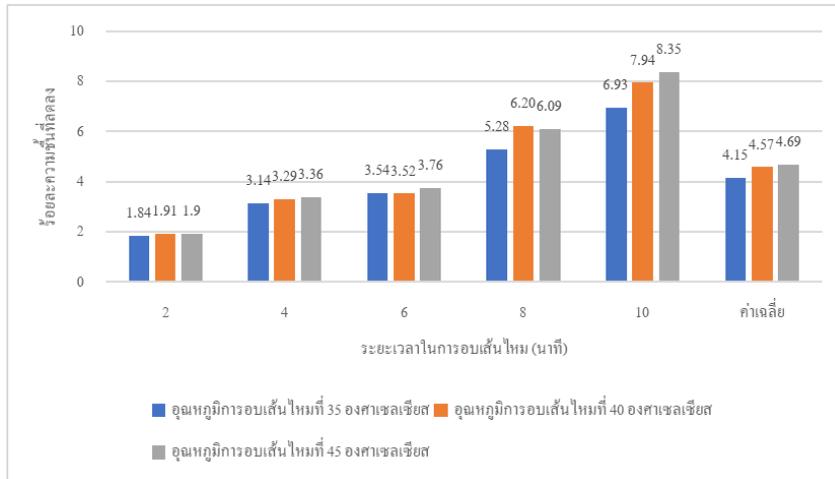


รูปที่ 13 ผลการเปรียบเทียบความชื้นก่อนการเข้าและหลังการอบเส้นไหม ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส

3.4 ผลทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้งเส้นไหมแบบอัตโนมัติด้วยสมองกลฝั่งตัวที่อุณหภูมิ 35 40 และ 45 องศาเซลเซียส

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้งเส้นไหมแบบอัตโนมัติด้วยสมองกลฝั่งตัว โดยการ

เปรียบเทียบปริมาณความชื้นที่ลดลง หลังการอบที่อุณหภูมิ 35 40 และ 45 องศาเซลเซียส จำนวน 5 ช่วงเวลา คือ 2, 4, 6, 8 และ 10 นาที ดังรูปที่ 14



รูปที่ 14 ปริมาณความชื้นที่ลดลงหลังจากการอบที่อุณหภูมิ 35 40 และ 45 องศาเซลเซียส

ผลการเปรียบเทียบความชื้นหลังเข้าเครื่องอบเส้นไหมแบบอัตโนมัติ 5 ช่วงเวลา คือ 2, 4, 6, 8 และ 10 นาที ที่อุณหภูมิ 35 40 และ 45 องศาเซลเซียส ความชื้นลดลงเฉลี่ยร้อยละ 4.15, 4.57 และ 4.69 ตามลำดับ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ร้อยละความชื้นที่ลดลง ณ อุณหภูมิ 35 40 และ 45 องศาเซลเซียส

ระยะเวลา	อุณหภูมิการอบเส้นไหมที่ 35 องศาเซลเซียส	อุณหภูมิการอบเส้นไหมที่ 40 องศาเซลเซียส	อุณหภูมิการอบเส้นไหมที่ 45 องศาเซลเซียส
2	1.84	1.91	1.9
4	3.14	3.29	3.36
6	3.54	3.52	3.76
8	5.28	6.20	6.09
10	6.93	7.94	8.35
ค่าเฉลี่ย	4.15	4.57	4.69

ผลทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้งเส้นไหมแบบอัตโนมัติด้วยลมองกลฝั่งตัว 5 ช่วงเวลา คือ 2, 4, 6, 8 และ 10 นาที ที่อุณหภูมิ 35 40 และ 45 องศาเซลเซียส ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้งเส้นไหมแบบอัตโนมัติด้วยสมองกลฝังตัว ณ อุณหภูมิ 35 40 และ 45 องศาเซลเซียส

นาที	35 องศาเซลเซียส	40 องศาเซลเซียส	45 องศาเซลเซียส
2	6.56	6.84	6.86
4	11.64	12.35	12.73
6	13.49	13.41	14.44
8	20.95	25.08	24.89
10	30.12	35.64	39.00
ค่าเฉลี่ย	16.55	18.66	19.58

จากตารางที่ 5 พบว่าประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้งเส้นไหมแบบอัตโนมัติด้วยสมองกลฝังตัว ณ อุณหภูมิ 35 มีประสิทธิภาพเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 16.55 อุณหภูมิที่ 40 มีประสิทธิภาพเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 18.66 และ 45 องศาเซลเซียสมีประสิทธิภาพเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 19.58

4. การอภิปรายผล

ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพการอบเส้นไหมด้วยเครื่องอบแห้งเส้นไหมแบบอัตโนมัติด้วยสมองกลฝังตัวที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ที่ช่วงเวลาอบ 2, 4, 6, 8 และ 10 นาที มีประสิทธิภาพเท่ากับ 6.56, 11.64, 13.49, 20.95 และ 30.12 ตามลำดับ ประสิทธิภาพการอบเส้นไหมด้วยเครื่องอบแห้งเส้นไหมแบบอัตโนมัติด้วยสมองกลฝังตัวที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ช่วงเวลาอบ 2, 4, 6, 8 และ 10 นาที มีประสิทธิภาพเท่ากับ 6.84, 12.35, 13.41, 25.08 และ 35.64 ตามลำดับ ประสิทธิภาพการอบเส้นไหมด้วยเครื่องอบแห้งเส้นไหมแบบอัตโนมัติด้วย

สมองกลฝังตัวที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ช่วงเวลาอบ 2, 4, 6, 8 และ 10 นาที มีประสิทธิภาพเท่ากับ 6.86, 12.73, 14.44, 24.89 และ 39.00 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาจากอุณหภูมิในการอบจะเห็นได้ว่าการเพิ่มอุณหภูมิส่งผลให้ปริมาณความชื้นในเส้นไหมลดลง และเมื่อพิจารณาจากช่วงเวลาในการอบจะเห็นได้ว่า ระยะเวลาในการอบส่งผลให้ความชื้นในเส้นไหมมีปริมาณลดลงเช่นเดียวกัน ทั้งนี้เนื่องจากการเพิ่มอุณหภูมิและระยะเวลาจะส่งผลต่อปริมาณน้ำในเส้นไหมลดลง (ความชื้นลดลง) ซึ่งให้เห็นว่าอิทธิพลร่วมระหว่าง 2 ปัจจัย (ระดับอุณหภูมิและระยะเวลาอบแห้ง) ส่งผลต่อปริมาณความชื้นในเส้นไหม

5. สรุป

สรุปผลการวิจัยเครื่องอบแห้งเส้นไหมแบบอัตโนมัติด้วยสมองกลฝังตัว พบว่า ประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้งเส้นไหมแบบอัตโนมัติด้วยสมองกลฝังตัว ณ อุณหภูมิ 35 มีประสิทธิภาพเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 16.55 อุณหภูมิที่ 40 มีประสิทธิภาพเฉลี่ยเท่ากับ

ร้อยละ 18.66 และ 45 องศาเซลเซียสมีประสิทธิภาพเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 19.58 ที่ช่วงเวลา 2 – 10 นาที ความแตกต่างของความชื้นก่อนและหลังการอบจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ การเพิ่มหรือลดอุณหภูมิและระยะเวลาในการอบ อย่างไรก็ตาม การอบเส้นไหมที่อุณหภูมิสูงกับเวลาที่นานเกินไปจะทำให้เส้นไหมแห้งและแข็ง เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้เป็นการมุ่งเน้นหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องอบเส้นไหมแบบอัตโนมัติด้วยสมองกลฝังตัวในการลดความชื้น ดังนั้นงานวิจัยในครั้งถัดไปจะเป็นการหาค่าความเหมาะสมของอุณหภูมิ ความชื้น และเวลาในการอบเส้นไหมที่มีหลากหลายในประเทศให้มีความเหมาะสมและมาตรฐาน รวมถึงการพัฒนากระบวนการควบคุมอัตโนมัติด้วยสมองกลฝังตัวเป็นแบบไร้สายเพื่อรองรับกับเทคโนโลยีใหม่ๆ ในอนาคต

6. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร และสาขาเทคโนโลยีวิศวกรรมไฟฟ้า คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครที่ให้การสนับสนุนงานวิจัยในครั้งนี้

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] Ravitep Musikapan. Development of Natural Dye Shades from Colored Hol Silk Wisdom to Expand the Silk Textile Product Innovation of the Termtem Studio Brand. Journal of Fine Arts, Chiang Mai University. 2021; 12: 207-38.
- [2] เครือวัลย์ มาลาศรี. การพัฒนาศักยภาพชุมชนในการทอผ้าไหมย้อมสีธรรมชาติและการผลิตสีย้อมธรรมชาติชุมชนเทศบาล ตำบล สะอาด อำเภอ น้ำพอง จังหวัดขอนแก่น. การประชุมวิชาการด้านมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ระดับชาติ ครั้งที่ 2, 5-6 สิงหาคม 2562. จังหวัดสงขลา; 2562.
- [3] วัฒนพงษ์ รักษวิเชียร์ และคณะ. การพัฒนาส่งเสริมและเผยแพร่การใช้เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร; 2548.
- [4] สังวาล เพ็งพัด และ วัฒนพงษ์ รักษวิเชียร์. การอบแห้งผลิตภัณฑ์เนื้อและปลาด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ระดับอุตสาหกรรมในครัวเรือน. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร; 2538.

- [5] จีราวุธ วารินทร์. Arduino Uno พื้นฐาน สำหรับงาน IOT. Prompt: กรุงเทพฯ; 2561
- [6] จำรูญ ตันติพิศาลกุล. การออกแบบชิ้นส่วน เครื่องจักรกล 1. เมื่อดทรายพรีนติ้ง: กรุงเทพฯ; 2540.
- [7] ดอนสัน ปงผาบ. ภาษาซีและ Arduino. สำนักพิมพ์ภาษาและวัฒนธรรม สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น): กรุงเทพฯ; 2560.
- [8] ไชยันต์ สุวรรณชีวะศิริ. วิศวกรรมควบคุม 1. ศูนย์ผลิตตำราเรียน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ: กรุงเทพฯ; 2562.
- [9] ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ. คู่มือประกอบการอบรม โครงการค่ายอิเล็กทรอนิกส์และสารสนเทศ. งานพัฒนากำลังคนด้านอิเล็กทรอนิกส์และสารสนเทศ (HRDS) ฝ่ายบริหารโครงสร้างพื้นฐาน (IMD): ปทุมธานี; 2563.