ชื่อโครงงาน **เครื่องช่วยฟักไข่ตั๊กแตนระบบอัตโนมัติ**

Grasshopper Incubator Machine

ชื่อผู้จัดทำโครงงาน นายณัฏฐ์ปวินท์ สุนทรภักดี นายธัญพิสิษฐ์ กระแสวัชร์

ครูที่ปรึกษา นายชุมพล ชารีแสน

อีเมล์ครูที่ปรึกษา Krupea@gmail.com

โรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์ อำเภอเมืองกาฬสินธุ์ จังหวัดกาฬสินธุ์

ปีการศึกษา 2567

บทคัดย่อ

เครื่องช่วยฟักไข่ตั๊กแตนมีขนาด 40x60x30 เซนติเมตร ติดตั้งระบบควบคุมอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้น สามารถจัดการ อุณหภูมิและความชื้นในดินได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยระบบจะตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น เพื่อดำเนินการ ปรับ สภาพแวดล้อม เช่น เปิดพัดลมหรือไฟให้ความร้อนเมื่ออุณหภูมิไม่เหมาะสม และเปิดปั๊มน้ำหรือไฟลด ความชื้นตามค่า ความชื้นที่วัดได้ ระบบยังส่งข้อมูลแบบเรียลไทม์ไปยังแพลตฟอร์ม Blynk และบันทึกข้อมูลลง Google Sheets ทุก 30 นาที ทำให้สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมได้อย่างต่อเนื่องและเสถียรภาพ ผลการ ตรวจวัดพบว่าอุณหภูมิในเครื่อง มีความคงที่เฉลี่ยประมาณ 30 องศาเซลเซียส และไม่ได้เปลี่ยนแปลงตามเวลา มีค่า R2=0.0113 ซึ่งบ่งชี้ว่าแสดงว่า การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในเครื่องไม่ได้เกี่ยวข้องกับช่วงเวลาอย่างมี นัยสำคัญ ค่าเฉลี่ยความชื้นในเครื่องอยู่ที่ 44% ค่า R2=0.0019 แสดงถึงความสัมพันธ์ที่ต่ำมากระหว่างเวลา และค่าความชื้นในเครื่องโดยไม่มีความสัมพันธ์ อย่างมีนัยสำคัญ สำหรับการฟักไข่ พบว่าการฟักแบบเกษตรกร ใช้เวลาในการฟักเฉลี่ย 18.00 ± 1.79 วัน ซึ่งนานกว่า การฟักโดยใช้เครื่องประมาณ 6.33 วัน โดยการฟักโดย ใช้เครื่องช่วยฟักไข่ใช้เวลาเฉลี่ย 11.67 ± 1.37 วัน หรือคิด เป็น 35.17% ของจำนวนวันทาใช้ มวลของตั๊กแตน แรกเกิดที่ฟักโดยใช้เครื่องช่วยฟักไข่ มีมวลเฉลี่ยเท่ากับ 25.95 ± 0.02 กรัม ไม่มีความแตกต่างอย่างมี นัยสำคัญ กับการฟักไข่แบบเกษตรกรทั่วไป

คำสำคัญ: เครื่องฟักไข่อัตโนมัติ, การเพาะเลี้ยงตั๊กแตน, นวัตกรรมการเกษตร, การควบคุมอุณหภูมิและความชื้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่อง **เครื่องช่วยฟักไข่ตั๊กแตนระบบอัตโนมัติ** (Grasshopper Incubator Machine) สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความอนุเคราะห์และการสนับสนุนจากหลายฝ่าย ซึ่งผู้จัดทำขอแสดงความขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ **ดร.จารุวรรณ รัตนมาลี** ผู้อำนวยการโรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์ ที่ได้มอบทุนสนับสนุนและให้คำปรึกษาอย่างต่อเนื่องตลอดการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณ **ครูชุมพล ชารีแสน** และ **ครูธารทิพย จันทรนิมะ** ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ด้านการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ตลอดจนเครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ อีกทั้งให้คำแนะนำด้านเอกสาร ตำรา และแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการศึกษาค้นคว้า

ขอขอบคุณ **นายสรวิศ เจริญธรรม** ที่ได้ให้คำแนะนำด้านการเขียนโค้ดระบบอัตโนมัติ พร้อมทั้งช่วยแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินการทดลอง ทั้งยังให้ข้อเสนอแนะที่สำคัญสำหรับการปรับปรุงงานวิจัยให้มีคุณภาพยิ่งขึ้น

สุดท้ายนี้ ขอขอบคุณเพื่อนร่วมงานและบุคคลทุกท่านที่มีส่วนช่วยสนับสนุนและให้กำลังใจตลอดการดำเนินงานวิจัย จนสามารถสำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์ หากปราศจากการช่วยเหลือและความร่วมมือจากทุกฝ่าย งานวิจัยนี้คงไม่สามารถสำเร็จได้

ผู้จัดทำ

สารบัญ

บทคัดย่อ **ก**

กิตติกรรมประกาศ **ข**

สารบัญ **ค**

บทที่ 1 บทนำ **1**

1. ที่มาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ 4

1.3 เป้าหมายและขอบเขตของโครงงาน 4

1.4 สมมติฐาน 4

1.5 ตัวแปรที่ศึกษา 4

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ 4

1.7 ประโยชน์ของโครงงานที่คาดว่าจะได้รับ 4

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง **5**

2.1 ตั๊กแตนปาทังก้า 5

2.1.1. ลักษณะของตั๊กแตนปาทังก้าในระยะตัวอ่อน 6

2.1.2. ลักษณะของตั๊กแตนปาทังก้าในระยะตัวเต็มวัยและการฟักไข่ 6

2.1.3. ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดของฟักไข่ตั๊กแตน 6

2.2 ข้อมูลเกี่ยวกับบอร์ด ESP-8266 7

2.2.1 ภาษาโปรแกรม 7

2.2.2 บอร์ดESP-8266 7

2.2.3 อุปกรณ์สำคัญที่ใช้กับตัวบอร์ดของ Arduino เพื่อมาใช้ในโครงงาน 8

บทที่ 3 วิธีดำเนินงาน **9**

ตอนที่ 1 ออกแบบและหาประสิทธิภาพของเครื่องช่วยฟักไข่ตั๊กแตน 9

3.1 ออกแบบระบบเครื่องช่วยฟักไข่ตั๊กแตนอัตโนมัติ 10

3.2 ออกแบบตัวเครื่องช่วยฟักไข่ตั๊กแตน 13

3.3 ทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องช่วยฟักไข่ตั๊กแตน **12**

ตอนที่ 2 การทดสอบการฟักไข่ตักแตนด้วยเครื่องช่วยฟักไข่ตั๊กแตนที่พัฒนาขึ้น **13**

บทที่ 4 ผลการทดลอง **14**

ตอนที่ 1 ออกแบบและหาประสิทธิภาพของเครื่องช่วยฟักไข่ตั๊กแตน **14**

ตอนที่ 2 การทดสอบการฟักไข่ตักแตนด้วยเครื่องช่วยฟักไข่ตั๊กแตนที่พัฒนาขึ้น 17
บทที่ 5 สรุปและอภิปรายผลการทดลอง 18
สรุปผลการทดลอง 19
อภิปรายผลการทดลอง 19
ข้อเสนอแนะ 20
บรรณานุกรม 22
ภาคผนวก 23

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 1.1 ที่แสดงมูลค่าตลาดของอุตสาหกรรมแมลงทั่วโลกในช่วงปี 2022-2030 3
รูปที่ 2.1 แสดงวัฐจักรชีวิตของตั๊กแตนปาทังก้า 6
รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานของเครื่องฟักไข่ตั๊กแตน 9
รูปที่ 3.2 แสดงภายนกและภายในของเครื่องช่วยฟักไข่ตั๊กแตน 10
รูปที่ 3 3 แสดงภาพเครื่องช่วยฟักไข่ตั๊กแตน 10
รูปที่ 3.4 แผนผังหลักการทำงานของระบบอัตโนมัติของเครื่องช่วยฟักไขตั๊กแตน 11
รูปที่ 4.1 เครื่องช่วยฟักไข่ตั๊กแตนอัตโนมัติ 14
รูปที่ 4.2 อุณหภูมิของดินภายในและภายนอกเครื่องช่วยฟักไข่ตักแตน 15
รูปที่ 4.3 ความชื้นของดินภายในและภายนอกเครื่องช่วยฟักไข่ตักแตน 16
รูปที่ 4.4 จำนวนวันเครื่องช่วยฟักไข่ตักแตน 17
รูปที่ 4.5 มวลของตักแตนแรกเกิดในเครื่องช่วยฟักไข่ตักแตน 17
รูปที่ 4.6 การวัดมวลมวลของตั๊กแตนแรกเกิด 18
รูปที่ 4.7 ตั๊กแตนแรกเกิด 18

บทที่ 1
บทนำ

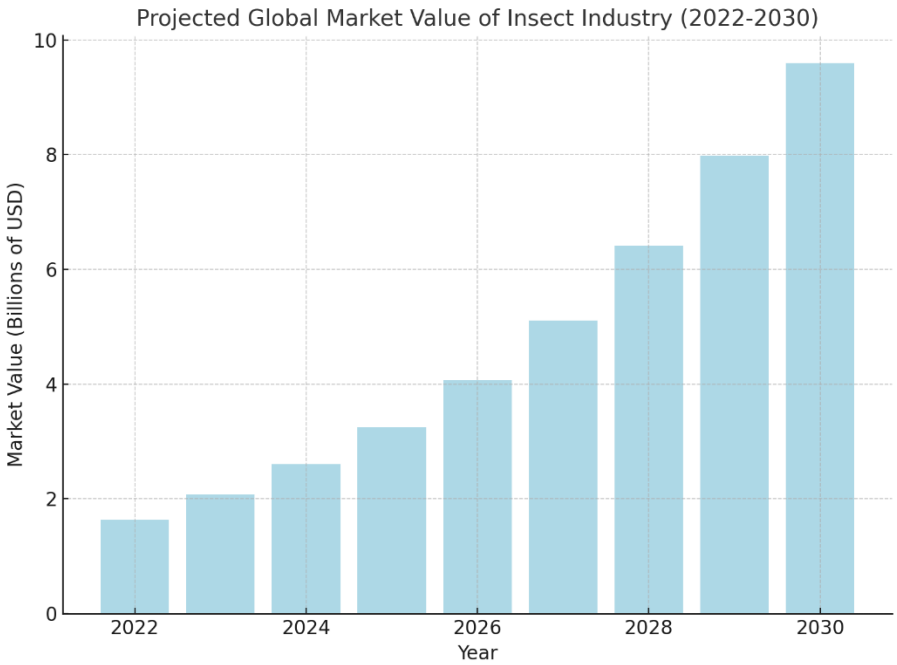
1. ที่มาและความสำคัญ

ในปัจจุบันโลกกำลังเผชิญกับความท้าทายหลายประการไม่ว่าจะเป็นปัญหาการขาดแคลนอาหารความยากลำบากในการผลิตอาหารที่ยั่งยืนและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากกระบวนการเกษตรกรรมแบบเดิม ๆ การเพิ่มขึ้นของประชากรโลกยังเป็นปัจจัยสำคัญที่กดดันให้ระบบการผลิตอาหารในปัจจุบันไม่เพียงพอต่อความต้องการในอนาคตนอกจากนี้การเลี้ยงปศุสัตว์ยังใช้ทรัพยากรสูงและสร้างผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างมาก เช่น การปล่อยก๊าซเรือนกระจกและการใช้น้ำในปริมาณมหาศาล (FAO. (2013). ดังนั้นการค้นหาแหล่งอาหารทางเลือกที่สามารถผลิตได้อย่างยั่งยืนจึงกลายเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างยิ่ง หนึ่งในแนวทางที่ได้รับความสนใจคือการนำ แมลง มาเป็นส่วนหนึ่งของระบบอาหารในอนาคตแม้ว่าการใช้แมลงเป็นอาหารจะยังเป็นแนวคิดใหม่ในหลายพื้นที่แต่ก็มีศักยภาพในการช่วยแก้ไขปัญหาเหล่านี้ได้อย่างยั่งยืน

แมลงจัดได้ว่าเป็นแหล่งอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการมีสารอาหารประเภทโปรตีนสูงสามารถใช้เป็นแหล่งโปรตีนให้แก่ชาวบ้านได้โดยไม่จำเป็นต้องเสียเงินจำนวนมากไม่ต้องซื้อเนื้อสัตว์ที่มีราคาแพงมารับประทาน นอกจากนี้แมลงยังให้พลังงาน ไขมัน แร่ธาตุต่างๆ และวิตามิน หลายหน่วยงานและกลุ่มวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศได้วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของแมลงกินได้ซึ่งพบว่ามีความแตกต่างกันตามแหล่งแมลงที่ได้ (นายชัยพร ทองประสพ. 2561) แมลงได้รับการยอมรับมากขึ้นในฐานะแหล่งโปรตีนทางเลือกที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงโดยมีข้อได้เปรียบที่สำคัญเหนือแหล่งโปรตีนดั้งเดิม เช่น เนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์จากสัตว์ จากข้อมูลเปรียบเทียบระหว่างแมลงกับแหล่งโปรตีนทั่วไป แมลงหลายชนิด เช่น ตั๊กแตน จิ้งหรีด และตัวอ่อนแมลง มีปริมาณโปรตีนต่อ 100 กรัมสูงกว่าเนื้อสัตว์บางชนิด เช่น เนื้อวัว เนื้อหมู และไข่ ตัวอย่างเช่น จิ้งหรีดมีปริมาณโปรตีนอยู่ในช่วง 23 - 65 กรัมต่อ 100 กรัม ขณะที่เนื้อวัวดิบให้โปรตีนเพียง 19-26 กรัมต่อ 100 กรัม และเนื้อไก่ไม่มีหนังอยู่ที่ 23 กรัมต่อ 100 กรัมเท่านั้น ยิ่งไปกว่านั้น แมลงยังอุดมไปด้วยไขมันดี ธาตุเหล็ก แคลเซียมและสังกะสีซึ่งเป็นสารอาหารสำคัญที่ช่วยส่งเสริมสุขภาพ (Imogen Blake (2017)). การเปรียบเทียบนี้สะท้อนให้เห็นว่าแมลงไม่เพียงแต่เป็นแหล่งโปรตีนที่ยั่งยืนแต่ยังสามารถตอบสนองความต้องการทางโภชนาการของมนุษย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าโปรตีนจากสัตว์ในหลายแง่มุมการที่แมลงมีปริมาณโปรตีนสูงพร้อมกับสารอาหารสำคัญอื่น ๆ ช่วยสนับสนุนบทบาทของแมลงในฐานะอาหารแห่งอนาคตซึ่งสามารถตอบสนองต่อความต้องการที่เพิ่มขึ้นของประชากรโลกได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้การบริโภคแมลงยังมีข้อได้เปรียบด้านสิ่งแวดล้อมโดยการเลี้ยงแมลงใช้ทรัพยากรน้ำน้อยกว่าปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่ำกว่าและใช้พื้นที่น้อยกว่า เมื่อเทียบกับอุตสาหกรรมการเลี้ยงปศุสัตว์แบบดั้งเดิม ซึ่งทำให้แมลงเป็นทางเลือกที่เหมาะสมทั้งในแง่สุขภาพและความยั่งยืนในอนาคต (ธิดารัตน์ พันโท, 2563) ตั๊กแตนปาทังก้าเป็นแหล่งโปรตีนที่น่าสนใจด้วยปริมาณโปรตีนสูงถึง 27.6 กรัมต่อ 100 กรัม ซึ่งมากกว่าแหล่งโปรตีนจากสัตว์หลายชนิด เช่น เนื้อหมูที่ให้โปรตีนเพียง 20 กรัม และเนื้อไก่ที่ให้ 23 กรัมต่อ 100 กรัม นอกจากนี้ยังมีปริมาณไขมันต่ำเพียง 4.7 กรัมต่อ 100 กรัม ทำให้เหมาะสำหรับผู้ที่ใส่ใจสุขภาพและต้องการแหล่งอาหารที่ครบถ้วน

นอกจากโปรตีนแล้ว ตั๊กแตนปาทังก้ายังมีกรดอะมิโนจำเป็นในปริมาณสูง เช่น Isoleucine และ Lysine ซึ่งช่วยเสริมสร้างกล้ามเนื้อและระบบภูมิคุ้มกัน รวมถึง Phenylalanine และ Tyrosine ที่ส่งเสริมการทำงานของสมองและระบบประสาท สารอาหารเหล่านี้อยู่ในรูปแบบที่ร่างกายสามารถดูดซึมและนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (นันทยา จงใจเทศ, พิมพร วัชรางค์กุล, ปิยนันท์ เผ่าม่วง, เพ็ญพโยม ประภาศิริ. (2548)) ด้วยคุณค่าทางโภชนาการที่โดดเด่นและความเหมาะสมในการผลิต ตั๊กแตนปาทังก้าจึงเป็นตัวเลือกที่น่าสนใจสำหรับทั้งการบริโภคในชีวิตประจำวันและการพัฒนาอาหารแห่งอนาคตที่ตอบโจทย์ความต้องการโปรตีนของประชากรในระดับที่กว้างขวาง ทั้งนี้เพื่อรองรับสถานการณ์ที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตและแมลงกินได้ก็คือเสบียงอาหารโปรตีนสำรองสำหรับประชากรของโลกที่เพิ่มขึ้นเหตุผลก็เพราะว่า แมลงหลายชนิดอย่างเช่นตั๊กแตนปาทังก้านั้นมีคุณค่าทางโภชนาการสูง เพาะเลี้ยงได้ง่ายใช้เวลาไม่นานมีต้นทุนการผลิตต่ำสิ้นเปลืองพลังงานและทรัพยากรน้อยกว่าปศุสัตว์ทั่วไป ทำให้ลดการทำลายสิ่งแวดล้อมจึงเหมาะสมสำหรับการเป็นอาหารแห่งอนาคต

ในระดับโลกแมลงได้กลายเป็นธุรกิจที่ได้รับความสนใจอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะในยุโรปและอเมริกาเหนือซึ่งมีการพัฒนาแมลงเป็นผลิตภัณฑ์อาหารสำหรับมนุษย์และอาหารสัตว์อย่างจริงจังรายงานจาก Meticulous Research (2023) ระบุว่ามูลค่าตลาดของอุตสาหกรรมแมลงทั่วโลกในปี 2022 อยู่ที่ประมาณ 1.63 พันล้านดอลลาร์สหรัฐ และคาดว่าจะเติบโตเฉลี่ย 26.5% ต่อปี โดยจะมีมูลค่ากว่า 9.6 พันล้านดอลลาร์สหรัฐในปี 2030 การเติบโตนี้ได้รับแรงผลักดันจากปัจจัยหลายประการ เช่น ความต้องการแหล่งโปรตีนที่ยั่งยืน การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากอุตสาหกรรมปศุสัตว์ และการขยายตัวของตลาดอาหารโปรตีนทางเลือกในหมู่ผู้บริโภคที่ใส่ใจสุขภาพ ประเทศในยุโรปเช่นเนเธอร์แลนด์และฝรั่งเศสเป็นผู้นำในอุตสาหกรรมนี้โดยมีการลงทุนในฟาร์มแมลงเพื่อผลิตอาหารสัตว์และอาหารมนุษย์ในขณะที่สหรัฐอเมริกามีสตาร์ทอัพที่เน้นพัฒนาผลิตภัณฑ์แมลงเช่น โปรตีนบาร์ แป้งจากแมลง และแมลงอบแห้งเพื่อการบริโภคโดยตรง การสนับสนุนจากภาครัฐ เช่น การอนุมัติให้ใช้แมลงในอุตสาหกรรมอาหารโดยสำนักงานความปลอดภัยอาหารแห่งยุโรป (EFSA) ก็ช่วยกระตุ้นเการเติบโตของตลาดแมลงได้อย่างชัดเจน



รูปที่ 1.1 ที่แสดงมูลค่าตลาดของอุตสาหกรรมแมลงทั่วโลกในช่วงปี 2022-2030

ดัดแปลงมาจาก : (Meticulous Research, 2023)

ประเทศไทยถือเป็นหนึ่งในประเทศผู้นำด้านการผลิตและบริโภคแมลง โดยเฉพาะในจังหวัดกาฬสินธุ์ที่มีความสำคัญในการผลิตจิ้งหรีดกินได้ ซึ่งถือเป็นสินค้าหลักที่มีการเพาะเลี้ยงอย่างแพร่หลาย มีฟาร์มที่จดทะเบียนมากกว่า 20,000 แห่งทั่วประเทศ และสามารถผลิตแมลงได้มากกว่า 7,500 ตันต่อปี (FAO, 2021) การผลิตในจังหวัดนี้ไม่เพียงตอบสนองความต้องการภายในประเทศ แต่ยังส่งออกไปยังตลาดต่างประเทศ เช่น ยุโรป อเมริกา และเอเชียตะวันออก อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันการส่งออกจิ้งหรีดจากไทยมีอัตราอยู่ที่เพียง 5% ของการผลิตทั้งหมด (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2564) ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามีพื้นที่สำหรับการขยายการส่งออกมากขึ้น โดยปัจจัยที่ส่งผลต่อการส่งออกที่ต่ำนี้อาจเกี่ยวข้องกับการที่อุตสาหกรรมยังขาดการพัฒนาเทคโนโลยีที่มีมาตรฐานสูงในการผลิตจิ้งหรีดเพื่อรองรับความต้องการในตลาดโลก ในขณะเดียวกันการนำเข้าจิ้งหรีดในประเทศไทยยังคงสูงถึง 36% ซึ่งเป็นสัญญาณว่ามีความต้องการสูงในตลาดภายในประเทศทั้งในด้านการใช้ในผลิตภัณฑ์ต่างๆ และการบริโภค แม้ว่าไทยจะมีการผลิตจิ้งหรีดได้มากพอสมควร แต่การนำเข้าที่สูงขนาดนี้ยังสะท้อนให้เห็นถึงความจำเป็นในการเพิ่มปริมาณการผลิตในประเทศ หรือการพัฒนามาตรฐานการผลิตให้ได้ตามข้อกำหนดของตลาด เพื่อที่จะลดการพึ่งพาการนำเข้าในอนาคต (ศูนย์วิจัยอุตสาหกรรมอาหาร (Food Intelligence Center: FIC) การพัฒนาเทคโนโลยีการฟักไข่จิ้งหรีดจึงเป็นสิ่งที่สำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตให้มีปริมาณและคุณภาพที่เหมาะสมกับการส่งออกและรองรับความต้องการในประเทศ โดยเฉพาะการใช้เครื่องช่วยฟักไข่ที่มีประสิทธิภาพสูงจะช่วยให้การฟักไข่เป็นไปได้ในอัตราที่ดีกว่าและสามารถเพิ่มผลผลิตได้มากขึ้น ทำให้ไทยสามารถลดการนำเข้าและเพิ่มการส่งออกไปยังตลาดต่างประเทศได้ในอนาคต

และเนื่องจากในปัจจุบันจิ้งหรีดมีอัตราการเกิดที่ต่ำเนื่องจากมีหลายปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดของจิ้งหรีดไม่ว่าจะเป็น อุณหภูมิ ความชื้น แสงสว่าง คุณภาพของไข่ สภาวะดิน และศัตรูพืชเช่น มด ที่มีโอกาศที่

จะมากินไข่ตั๊กแตน ซึ่งหลายๆปัจจัยที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการเกิดของตั๊กแตนนั้นไม่สามารถควบคุมได้หรือควบคุมได้ยาก เช่น อุณหภูมิ หรือ ความชื้น การฟักไข่ตั๊กแตนให้มีประสิทธิภาพนั้นจำเป็นต้องมีการควบคุมปัจจัยที่ส่งผลต่อการฟักไข่ เช่น อุณหภูมิ ความชื้น และการไหลเวียนของอากาศ ซึ่งเป็นเรื่องที่ท้าทายในการควบคุมในสภาพแวดล้อมธรรมชาติ ทางคณะผู้จัดทำจึงมีความสนใจที่จะประดิษฐ์อุปกรณ์ที่สมารถควบคุมทุกปัจจัยที่ทำให้การฟักไข่ตั๊กแตนมีอัตราการรอดในการฟักตัวมากกว่าการฟักไข่เองในธรรมชาติ กลุ่มเราจะทำเครื่องฟักไข่ตั๊กแตนแบบระบบอัตโนมัติโดยใช้ความรู้ที่ได้ศึกษาเรื่องสมองกลนำมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์มากที่สุดกับ สังคมและชุมชน ซึ่งเครื่องฟักไข่ของเราสามารถนำไปเป็นเครื่องต้นแบบให้กับผู้ที่สนใจในระบบการทำงาน แบบอัตโนมัติต่อไป ทางคณะผู้จัดทำจึงเกิดแนวคิดที่จะนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ เทคโนโลยีมาประยุกต์เพื่อพัฒนาอุปกรณ์ควบคุมปัจจัยที่ส่งผลต่อการฟักไข่ตั๊กแตน เพื่อเพิ่มอัตราการรอดชีวิตของตั๊กแตน

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องช่วยฟักไข่ตั๊กแตน ปาทังก้า (*Patanga Sunccincta(Linnaeus))*

1.2.2 เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการฟักไข่ของตั๊กแตนปาทังก้า *(Patanga Succincta (Linnaeus))* ให้สูงกว่าการฟักเองตามธรรมชาติ

1.3 เป้าหมายและขอบเขตของโครงงาน

1.3.1 ต้องการสร้างเครื่องฟักไข่ระบบอัตโนมัติที่มีประสิทธิภาพพร้อมใช้งานได้จริง

1.3.2 การใช้ความรู้ด้านคอมพิวเตอร์และโปรแกรมมาใช้ประโยชน์ในทางเกษตร

1.4 สมมติฐาน

เครื่องฟักไข่ตั๊กแตนระบบอัตโนมัติสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการฟักไข่มากกว่าการฟักเองโดยธรรมชาติ

1.5 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรที่ต้น เครื่องฟักไข่แบบอัตโนมัติ

ตัวแปรตาม ประสิทธิภาพในการฟักไข่คิดเป็นร้อยละ

ตัวแปรควบคุม อุณหภูมิ ความชื้น และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในตัวเครื่องฟักไข่แบบอัตโนมัติ

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

เครื่องฟักไข่แบบอัตโนมัติ หมายถึง เครื่องฟักไข่ตั๊กแตนที่กลุ่มผู้วิจัยได้ทำการคิดค้นขึ้นมาโดยใช้ระบบควบคุมแบบอัตโนมัติ

1.7 ประโยชน์ของโครงงานที่คาดว่าจะได้รับ

1.7.1 ได้ใช้เครื่องฟักไข่ตั๊กแตนระบบอัตโนมัติให้เกิดประโยชน์แก่สังคมและชุมชน

1.7.2 ได้เครื่องฟักไข่ตั๊กแตนระบบอัตโนมัติที่สามารถฟักไข่ตั๊กแตนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

บทที่ 2
เอกสารที่เกี่ยวข้อง

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการทำโครงงานเรื่อง เครื่องช่วยฟักไข่ตั๊กแตนระบบอัตโนมัติ ประกอบด้วยประเด็นสำคัญดังต่อนี้

2.1 ตั๊กแตนปาทังก้า (Bombay locust) ชื่อวิทยาศาสตร์ Patanga succinta (โกศล เจริญสม, 2525)

ตั๊กแตนปาทังก้า (ชื่อวิทยาศาสตร์: Locusta migratoria manilensis) เป็นตั๊กแตนชนิดหนึ่งในวงศ์ Acrididae ซึ่งพบได้ทั่วไปในพื้นที่เขตร้อนของเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ รวมถึงประเทศไทย ลักษณะเด่นของตั๊กแตนปาทังก้าคือมีลำตัวสีเขียวอ่อนหรือน้ำตาลแดง ปีกยาวบางช่วยในการบิน และขาหลังที่แข็งแรงเหมาะสำหรับการกระโดดไกล *(FAO, Locust Watch)*. ตั๊กแตนปาทังก้าเป็นสัตว์ที่มีบทบาทสำคัญทั้งในธรรมชาติและในฐานะแหล่งอาหารสำหรับมนุษย์และสัตว์เลี้ยง ในธรรมชาติ พวกมันช่วยควบคุมระบบนิเวศด้วยการกินพืชใบเขียว เช่น ข้าวโพด ข้าว และหญ้าชนิดต่าง ๆ ขณะเดียวกันก็สามารถก่อให้เกิดความเสียหายต่อพืชผลทางการเกษตรเมื่อมีจำนวนประชากรเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (Chen, Y., et al., 2018). ในประเทศไทย ตั๊กแตนปาทังก้าได้รับความนิยมเป็นอาหารโปรตีนทางเลือก โดยมีการบริโภคในหลากหลายรูปแบบ เช่น การทอด ปิ้ง หรือแปรรูปเป็นผงโปรตีนเพื่อตอบสนองต่อแนวโน้มการบริโภคโปรตีนจากแมลงที่เพิ่มขึ้น ปัจจุบันจังหวัดกาฬสินธุ์ถือเป็นแหล่งสำคัญสำหรับการเลี้ยงตั๊กแตน เนื่องจากมีความพร้อมทั้งด้านทรัพยากรธรรมชาติและความรู้ในชุมชน โดยชาวบ้านในพื้นที่มีการพัฒนาวิธีการเลี้ยงให้มีประสิทธิภาพเพื่อให้ได้ผลผลิตสูงสุด (Technology Chaoban). การทำความเข้าใจเกี่ยวกับตั๊กแตนปาทังก้าในแง่มุมต่าง ๆ ตั้งแต่ลักษณะทั่วไป วงจรชีวิต ไปจนถึงความสำคัญในเชิงเศรษฐกิจ ถือเป็นกุญแจสำคัญสำหรับการพัฒนาการเลี้ยงและการจัดการให้ยั่งยืน เพื่อสนับสนุนทั้งการบริโภคภายในประเทศและการส่งออกในอนาคต (กรมส่งเสริมการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์).

2.1.2 ตั๊กแตนแต่ละช่วงวัย (Pener, M. P., & Simpson, S. J. (2009)

1. ระยะไข่ (Egg Stage) ในระยะนี้ ตั๊กแตนปาทังก้าจะวางไข่ในดิน โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีความชื้นเหมาะสม ไข่จะถูกฝังลึกลงไปในดินเพื่อป้องกันการแห้งและภัยอันตรายจากภายนอก ระยะไข่จะใช้เวลาประมาณ 10-40 วัน (ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและความชื้นในดิน) เพื่อพัฒนาเป็นตัวอ่อน ไข่ที่พร้อมฟักจะมีลักษณะโปร่งใสและแตกออกเพื่อปล่อยตัวอ่อนออกมา

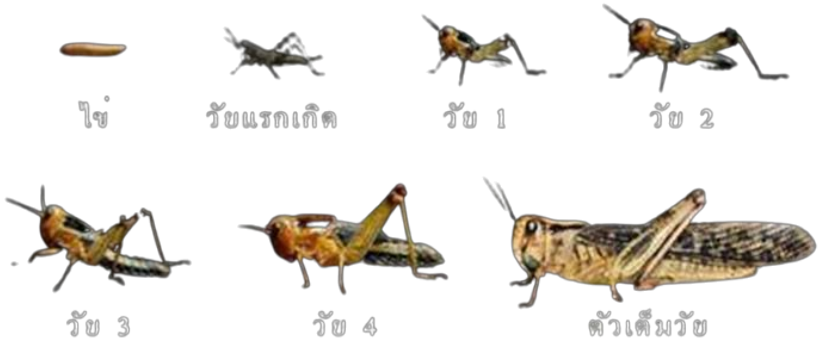
2. วัยแรกเกิด (Nymph 1) เมื่อฟักออกจากไข่ ตัวอ่อนในระยะแรกจะยังไม่มีปีกและมีขนาดเล็ก ตัวอ่อนสามารถกระโดดและเริ่มหาอาหารได้ทันที อาหารหลักของพวกมันคือพืชใบเขียว เช่น หญ้า ข้าวโพด และพืชผลอื่น ๆ ระยะนี้เป็นช่วงที่พวกมันสะสมพลังงานสำหรับการลอกคราบ

3. วัย 1 (Nymph 2) ตัวอ่อนในระยะที่สองจะลอกคราบครั้งแรกเพื่อขยายขนาดตัวและเจริญเติบโต รูปร่างของมันเริ่มเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ความสามารถในการเคลื่อนที่เพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด อาหารยังคงเป็นพืชใบเขียวซึ่งเป็นแหล่งพลังงานสำคัญ

4. วัย 2 (Nymph 3) ในวัยนี้ ตัวอ่อนจะลอกคราบครั้งที่สอง รูปร่างและโครงสร้างของตัวอ่อนเริ่มพัฒนาอย่างชัดเจนขึ้น ขนาดลำตัวใหญ่ขึ้นและมีความแข็งแรงมากขึ้น แต่ปีกยังไม่พัฒนา อาหารหลักยังคงเป็นพืชใบเขียว

5. วัย 3 (Nymph 4) ตัวอ่อนในระยะนี้ใกล้เคียงกับตัวเต็มวัยมากขึ้น พวกมันจะลอกคราบครั้งที่สาม ซึ่งเป็นครั้งสำคัญที่เริ่มเห็นโครงสร้างของปีกที่กำลังพัฒนา ระยะนี้เป็นช่วงเตรียมพร้อมสำหรับการเปลี่ยนเป็นตัวเต็มวัย

6. ตัวเต็มวัย (Adult) หลังจากการลอกคราบครั้งสุดท้าย ตั๊กแตนปาทังก้าจะเข้าสู่ระยะตัวเต็มวัย (Adult) ซึ่งเป็นช่วงที่สามารถบินได้อย่างเต็มที่ด้วยปีกที่พัฒนาเต็มรูปแบบ ระยะนี้ถือว่าเป็นจุดสำคัญของวงจรชีวิต เพราะพวกมันจะเริ่มผสมพันธุ์และวางไข่เพื่อสืบทอดเผ่าพันธุ์ ตั๊กแตนปาทังก้าสามารถฟักไข่ได้หลายรอบ ขึ้นอยู่กับปัจจัยแวดล้อมและสุขภาพของตัวเมีย โดยปกติแล้ว ตัวเมียจะสามารถวางไข่ได้ประมาณ 3-4 รอบ ตลอดอายุขัยในระยะตัวเต็มวัยโดยตัวเมียจะเลือกพื้นที่ดินที่มีความชื้นเหมาะสม (40-60%) เพื่อวางไข่ในลักษณะฝังลงในดิน ไข่ที่วางแต่ละครั้งจะมีจำนวนประมาณ 50-100 ฟอง กระบวนการฟักไข่ขึ้นอยู่กับปัจจัยสิ่งแวดล้อม เช่น อุณหภูมิในดินที่เหมาะสม (30-35°C) และระดับความชื้น หากปัจจัยเหล่านี้สมบูรณ์ ไข่จะใช้เวลาประมาณ 10-40 วันในการฟักเป็นตัวอ่อน ระยะตัวเต็มวัยยังเป็นช่วงที่ตั๊กแตนมีบทบาทสำคัญในระบบนิเวศ โดยทำหน้าที่เป็นทั้งผู้ล่าพืชและเป็นเหยื่อของสัตว์นักล่าหลายชนิด



รูปที่ 2 แสดงวัฐจักรชีวิตของตั๊กแตนปาทังก้า
ที่มา 2.1 Grasshopper thailand

2.1.3. ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดของฟักไข่ตั๊กแตน (โกศล เจริญสม, 2525)

กระบวนการฟักไข่และเพิ่มอัตราการรอดชีวิตของตัวอ่อน ในกรณีของตั๊กแตนปาทังก้า อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการฟักไข่อยู่ในช่วง 30-35 องศาเซลเซียส อุณหภูมิที่สูงหรือต่ำเกินไปสามารถทำให้การพัฒนาของตัวอ่อนล่าช้าหรือทำให้ไข่ไม่ฟัก

ความชื้นในสภาพแวดล้อมที่ฟักไข่มีผลโดยตรงต่อการพัฒนาของตัวอ่อนในไข่ ระดับความชื้นที่เหมาะสมจะช่วยป้องกันไม่ให้ไข่แห้งและคงความชื้นที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของตัวอ่อน โดยทั่วไประดับความชื้นที่เหมาะสมควรอยู่ระหว่าง 40-60%

แสงสว่างมีบทบาทในการควบคุมวงจรชีวิตและพฤติกรรมของตั๊กแตน การเปิดรับแสงในช่วงเวลาที่เหมาะสมสามารถกระตุ้นการฟักไข่และส่งผลต่อการเจริญเติบโตของตัวอ่อน ในบางกรณี การเพิ่มหรือลดชั่วโมงของแสงสว่างสามารถใช้เพื่อเร่งหรือชะลอการฟักไข่ได้

สภาพแวดล้อมรวมถึงดินที่ใช้สำหรับฟักไข่ การระบายอากาศ และความสะอาดของพื้นที่ทั้งหมดนี้มีผลต่อการฟักไข่ ดินที่เหมาะสมควรมีความอุดมสมบูรณ์และมีโครงสร้างที่ช่วยให้ตัวอ่อนสามารถขุดออกมาได้หลังจากฟัก

ปัจจัยทางชีวภาพ การระบาดของโรค การมีศัตรูธรรมชาติ เช่น มดหรือตัวเบียนอื่น ๆ สามารถมีผลกระทบอย่างมากต่ออัตราการรอดชีวิตของไข่และตัวอ่อน นอกจากนี้ การมีตัวอ่อนหรือไข่ที่ติดเชื้อยังสามารถทำให้การฟักล่าช้าหรือไม่ฟักเลย

2.2 ข้อมูลเกี่ยวกับบอร์ด ESP-8266

2.2.1 ภาษาโปรแกรม: ภาษา C++ เป็นภาษาที่ถูกออกแบบมาในการเขียนโปรแกรมระบบ ซึ่งมีประสิทธิภาพและความยืดหยุ่นในการออกแบบโปรแกรมสูง C++ เป็นภาษาที่ต้องคอมไพล์ก่อนที่จะนำไปใช้งาน ซึ่งสามารถพัฒนาได้ในหลายๆ แพลตฟอร์ม ซึ่งได้รับการสนับสนุนโดยองค์กรต่างๆ ที่ประกอบไปด้วย Free Software Foundation (FSF's GCC) LLVM Microsoft Intel และ IBM C++ นั้นถูกกำหนดให้เป็นภาษาที่เป็นมาตรฐานโดย International Organization for Standardization (ISO) ซึ่งเวอร์ชันล่าสุดนั้นเผยแพร่ในธันวาคม 2014 คือ ISO/IEC 14882:2014 หรือที่รู้จักกันในชื่อของ C++14 โดยที่ภาษา C++ ได้เริ่มกำหนดมาตราฐานครั้งแรกในปี 1998 คือ ISO/IEC 14882:1998 ภาษา C++ ถูกพัฒนาโดย Bjarne Stroustrup ที่ Bell Labs ตั้งแต่ปี 1979 ซึ่งในตอนแรกเป็นส่วนขยายของภาษา C โดยที่เขาต้องการที่จะพัฒนาภาษาที่มีประสิทธิภาพและยืดหยุ่นเหมือนกับภาษา C และยังมีคุณสมบัติใหม่ที่สูงกว่าสำหรับพัฒนาโปรแกรม

2.2.2 บอร์ดESP-8266 : เป็นชื่อเรียกของแพลตฟอร์มการเขียนโปรแกรมลง ไมโครคอนโทรเลอร์ (Arduino IDE) ที่เราสามารถสร้างสรรสิ่งต่าง ๆ จากการออกแบบได้ตามความคิด แล้วสร้างออกมาเป็นชิ้นงานที่ใช้ได้จริง โดยไม่จำเป็นต้องมีความรู้เรื่องการต่อวงจรที่ซับซ้อน การเขียนโปรแกรมทีเข้าใจง่ายด้วยภาษา C , C++ มีโคดตัวอย่างและโปรเจกให้ศึกษาจำนวนมาก บอร์ดทดลองราคาไม่แพง มีให้เลือกใช้งานตามความ

เหมาะสม มีเซนเซอร์โมดูล และอุปกร์เสริมจำนวนมาก แพลตฟอร์มเป็นแบบโอเพ่นซอร์ส สามารถใช้งานได้ฟรี ด้วยความง่ายครบถ้วนและฟรีนี้ จึงทำให้มีผู้ใช้งานทั่วโลก และมีการพัฒนาให้ดีขึ้นอย่างต่อเนื่อง

2.2.3 อุปกรณ์สำคัญที่ใช้กับตัวบอร์ดของ ESP-8266 เพื่อมาใช้ในโครงงาน

บอร์ด * ESP-8266 * ในเครื่องฟักไข่ทำหน้าที่เป็นหน่วยควบคุมหลักที่จัดการการทำงานต่าง ๆ ของเครื่องเพื่อให้สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมภายในให้เหมาะสมกับการฟักไข่ได้ โดยมีหน้าที่หลักดังนี้:

1) ควบคุมอุณหภูมิ: บอร์ด ESP-8266 จะรับข้อมูลจากเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ DS18B20เพื่อตรวจสอบอุณหภูมิภายในดิน หากอุณหภูมิต่ำหรือสูงเกินไป ESP-8266 จะสั่งงานระบบทำความร้อน แผ่นทำความร้อนจะทำงานเพื่อปรับอุณหภูมิให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมสำหรับการฟักไข่

2) ควบคุมความชื้น: เครื่องฟักไข่ต้องรักษาความชื้นในระดับที่เหมาะสม บอร์ด ESP-8266 จะใช้ข้อมูลจากเซ็นเซอร์วัดความชื้นจาก capacitive soil moisture sensor และควบคุมอุปกรณ์เช่น เครื่องพ่นไอน้ำหรือพัดลมเพื่อเพิ่มหรือลดความชื้นตามที่กำหนด capacitive soil moisture sensor ใช้สำหรับวัดความชื้นในดินโดยเฉพาะ สามารถตรวจจับปริมาณน้ำในดินและส่งข้อมูลนี้ไปยังบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP-8266 เพื่อใช้ในการควบคุมระบบการรดน้ำอัตโนมัติหรือการตรวจสอบสภาพดิน

3) การแจ้งเตือนและแสดงผล: ESP-8266 สามารถเชื่อมต่อกับหน้าจอแสดงผล (เช่น *LCD* หรือ *OLED display*) เพื่อแสดงข้อมูลเกี่ยวกับอุณหภูมิ ความชื้น และสถานะการทำงานต่าง ๆ ของเครื่องช่วยฟักไข่ตั๊กแตน นอกจากนี้ยังสามารถใช้ไฟ LED หรือเสียงบัซเซอร์เพื่อแจ้งเตือนผู้ใช้เมื่อเกิดความผิดปกติ เช่น อุณหภูมิหรือความชื้นเกินกว่าที่กำหนด

4) ควบคุมพัดลมระบายอากาศ: บอร์ด ESP-8266 อาจควบคุมพัดลมระบายอากาศเพื่อหมุนเวียนอากาศภายในเครื่องฟักไข่ ซึ่งจะช่วยกระจายอุณหภูมิและความชื้นให้สม่ำเสมอ

บทที่ 3
วัสดุอุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย

โครงงานเรื่อง เครื่องช่วยฟักไข่ตั๊กแตนระบบอัตโนมัติ ได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จึงได้ออกแบบ การทดลองได้ดังนี้

ตอนที่ 1 ออกแบบและหาประสิทธิภาพของเครื่องช่วยฟักไข่ตั๊กแตน

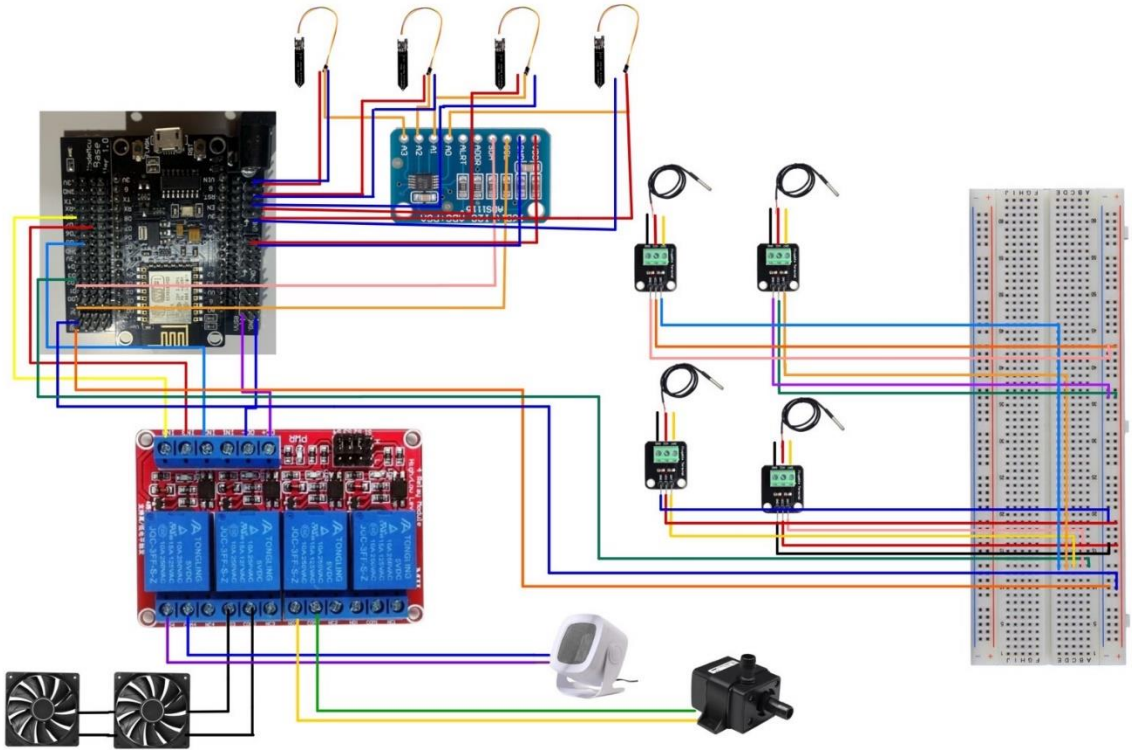
3.1 ออกแบบระบบเครื่องช่วยฟักไข่ตั๊กแตนอัตโนมัติ

วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือ

1. บอร์ด NodeMCU 1 บอร์ด
2. สายจัมเปอร์ผู้-ผู้และเมีย-เมีย 1 แพร
3. Chanel Relay 4 ช่อง 1 ตัว
4. Breadboard 1 บอร์ด
5. สายไฟ 220V
6. Capacitive Soil Moisture Sensor 4 ตัว
7. NodeMCU Shield 1 ตัว
8. ปั้มน้ำ 1 ตัว
9. เครื่องให้ความร้อน 2 ตัว
10. พัดลม 2 ตัว
11. DS18B20 4 ตัว
11. ADS1115 1 ตัว

3.1.1 วางแผนออกแบบระบบ

การเขียนโค้ดในบอร์ด Arduino จะใช้ภาษาโปรแกรม C++ เพราะประสิทธิภาพและความยืดหยุ่นในการออกแบบ เราได้ออกแบบแผนผังการทำงานได้ดังนี้



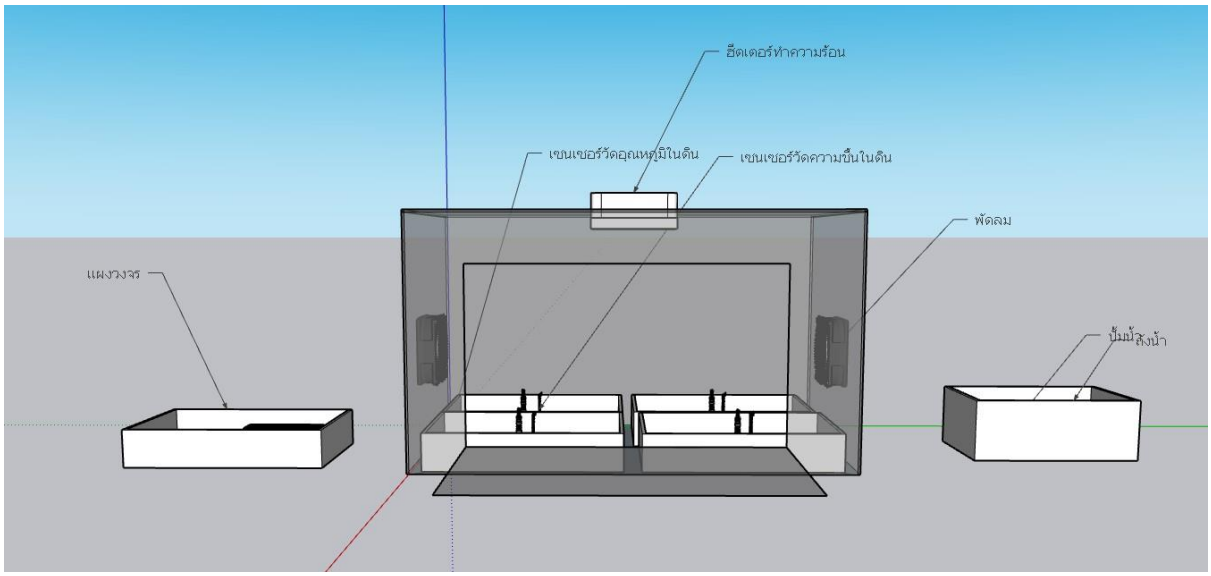
รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานของเครื่องฟักไข่ตั๊กแตน

3.1.2 การทำงานของระบบภายในเครื่องช่วยฟักไข่ตั๊กแตน

เมื่อเริ่มการทำงานของเครื่องช่วยฟักไข่ตั๊กแตน บอร์ด ESP-8266 จะเริ่มการรับเซ็นเซอร์ความชื้นในดิน (capacitive soil moisture sensor) และข้อมูลจากเซนเซอร์วัดอุณหภูมิในดิน (DS18B20) ถ้าค่าของอุณหภูมิหรือความชื้นในอากาศหรือความชื้นในดินมีการคาดเคลื่อนจากค่าที่ตั้งเอาไว้ ตัวบอร์ด ESP-8266 จะมีการควบคุมอุปกรณ์ภายในเครื่องเพื่อที่จะทำอุณหภูมิและความชื้นอยู่ในค่าที่ตั้งเอาไว้ และ พัดลมจะมีการหมุนทุกครั้งเมื่อเปิดใช้งานเพื่อที่จะให้อากาศภายในเครื่องมีการทายเทได้ตลอด และมีภาพหน้าจอ LCD หรือ OLED display เพื่อแสดงข้อมูลเกี่ยวกับอุณหภูมิ ความชื้น และสถานะการทำงานต่าง ๆ ของเครื่องฟักไข่

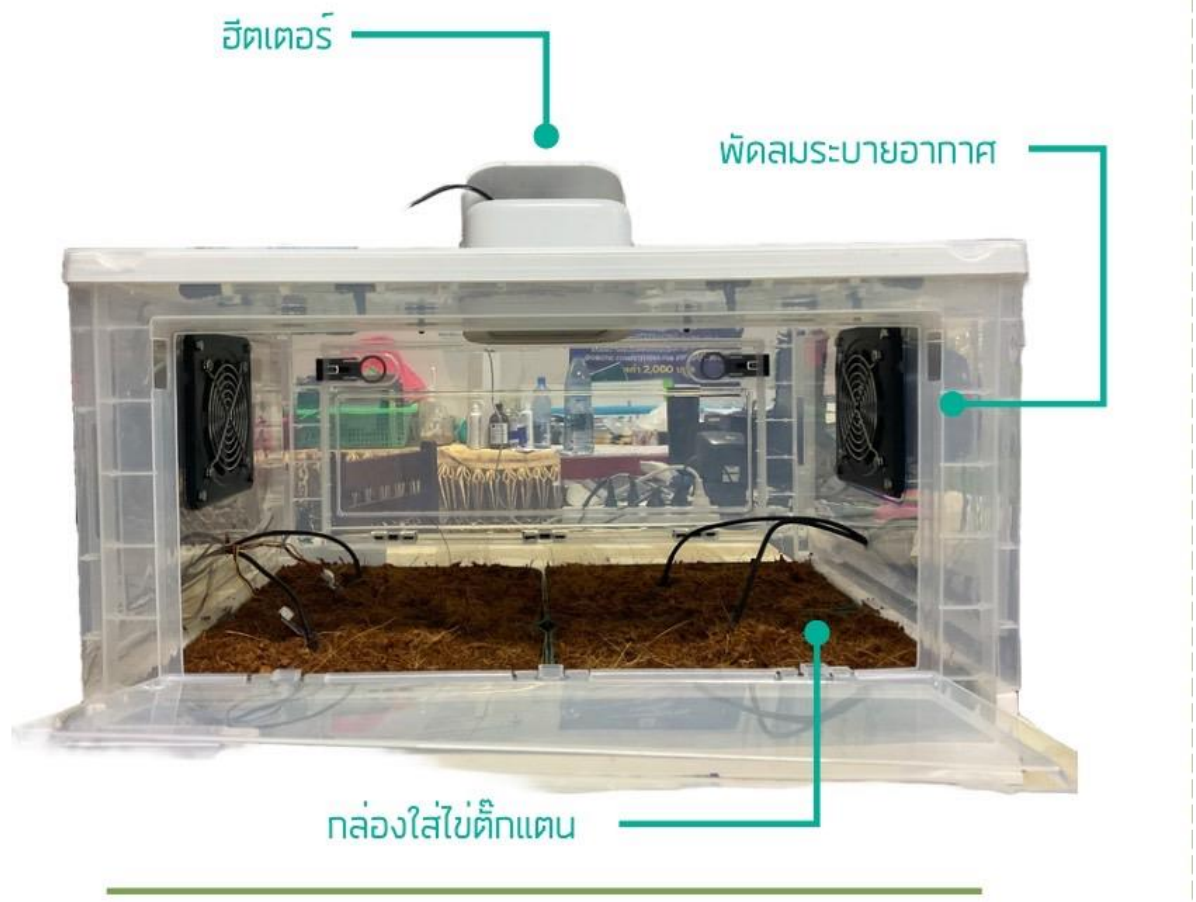
3.2 ออกแบบตัวเครื่องช่วยฟักไข่ตั๊กแตน

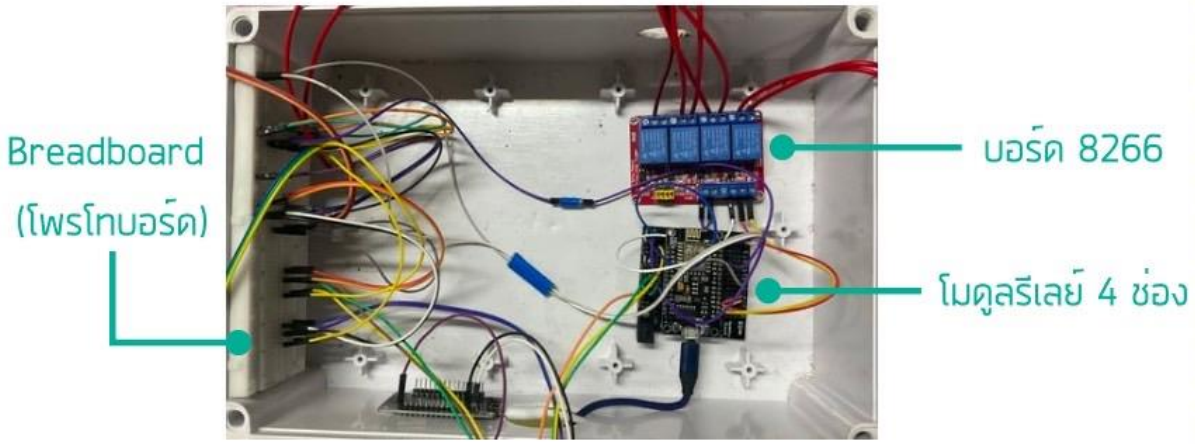
3.2.1 ทำการออกแบบเครื่องช่วยฟักไข่ตั๊กแตน



รูปที่ 3.2 แสดงภายนกและภายในของเครื่องช่วยฟักไข่ตั๊กแตน

ทีมผู้วิจัยได้มีการออกแบบเครื่องช่วยฟักไข่ตั๊กแตนในขนาด 40x60x30 ซม. และได้มีการใส่กล่องในการฝัก 4 กล่องให้เต็มพื้นที่ เนื่องจากจะได้พื้นที่สำหรับใช้ในการฟักไข่ตั๊กแตนได้มาก จะได้สามารถฟักไข่ตั๊กแตนในจำนวนที่มากๆภายในครั้งเดียว

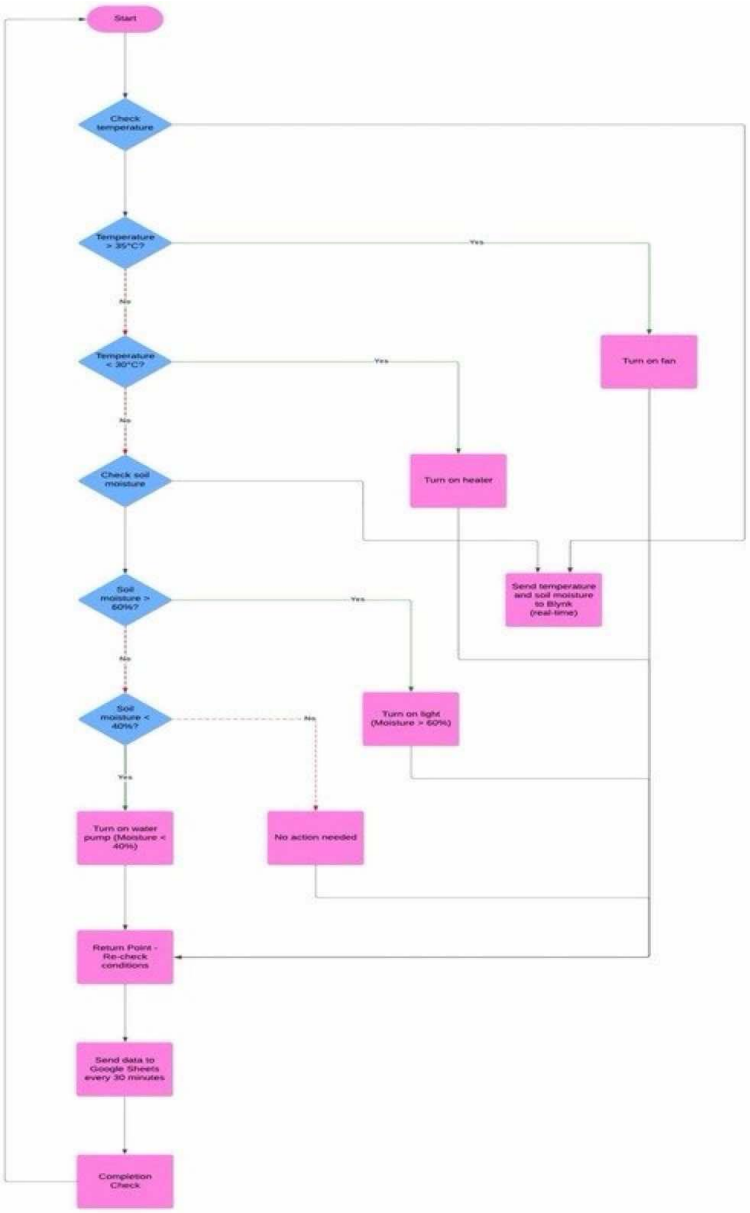




รูปที่ 3 3 แสดงภาพเครื่องช่วยฟักไข่ตั๊กแตน

ได้มีการแบ่งเป็น 2 ฝั่งเนื่องจากจะได้มีการแบ่งโซนการทำงานได้ชัดเจนโซนฝั่งข้างหน้า จะมีไว้สำหรับการฟักไข่ตั๊กแตน โซนข้างหลัง มีไว้สำหรับการวาง บอร์ด ESP-8266 และแผงวงจรต่างๆ

3.2.2 อธิบายเกี่ยวกับการออกแบบระบบอัตโนมัติเครื่องช่วยฟักไข่ตั๊กแตน



รูปที่ 3.4 แผนผังหลักการทำงานของระบบอัตโนมัติของเครื่องช่วยฟักไขตั๊กแตน

แผนผังนี้แสดงถึงระบบควบคุมอัตโนมัติสำหรับการดูแลสภาพแวดล้อม โดยเริ่มต้นจากการตรวจสอบอุณหภูมิเป็นลำดับแรก ซึ่งระบบจะตัดสินใจดำเนินการต่าง ๆ ตามค่าอุณหภูมิที่วัดได้ กล่าวคือ หากอุณหภูมิสูงเกิน 35 องศาเซลเซียส ระบบจะสั่งเปิดพัดลมเพื่อระบายความร้อน แต่หากอุณหภูมิต่ำกว่า 30 องศาเซลเซียส ระบบจะเปิดไฟให้ความร้อนเพื่อปรับอุณหภูมิให้สูงขึ้น จากนั้นระบบจะทำการตรวจสอบความชื้นในดิน ซึ่งมีการตั้งค่าการทำงานไว้ว่า หากความชื้นสูงเกิน 55 เปอร์เซ็นต์ ระบบจะเปิดไฟเพื่อลดความชื้น แต่หากความชื้นต่ำกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ ระบบจะเปิดปั๊มน้ำเพื่อเพิ่มความชื้น และในกรณีที่ความชื้นอยู่ในช่วง 35-55 เปอร์เซ็นต์ ระบบจะไม่ดำเนินการใด ๆ เนื่องจากถือว่าอยู่ในระดับที่เหมาะสม ระบบนี้ยังมีการเก็บบันทึกและส่งข้อมูลอย่างต่อเนื่อง โดยจะส่งข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นแบบเรียลไทม์ไปยังแพลตฟอร์ม Blynk เพื่อการติดตามสถานะแบบทันที และมีการบันทึกข้อมูลลงใน Google Sheets ทุก 30

นาที นอกจากนี้ ระบบยังมีการตรวจสอบสถานการณ์ทำงานต่าง ๆ อย่างสม่ำเสมอ และทำงานเป็นวงจรต่อเนื่อง โดยหลังจากส่งข้อมูลและตรวจสอบความสมบูรณ์แล้ว จะวนกลับไปเริ่มต้นกระบวนการตรวจสอบอุณหภูมิใหม่อีกครั้ง ทำให้ระบบสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมได้อย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพ

3.3 ทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องช่วยฟักไข่ตั๊กแตน

ในการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องช่วยฟักไข่ตั๊กแตนได้ออกแบบวิธีทดลองดังต่อไปนี้

วัสดุอุปกรณ์

1. กล่องพลาสติกขนาด 20 X 25 X 5เซนติเมตร จำนวน 5 กล่อง
2. ดินทราย 1800 กรัม ต่อ 1 กล่อง
3. ขุยมะพร้าวแช่น้ำ 100 กรัมต่อ 1 กล่อง
4. เครื่องช่วยฟักไข่ตั๊กแตนที่พัฒนาขึ้น

วิธีทดลอง

1. นำดินทรายใส่ในกล่องพลาสติก ปริมาณ 1800 กรัม (2/3 ของกล่อง) พร้อมกดให้แน่น
2. ขุยมะพร้าวที่แช่น้ำไว้ 10 นาที ชั่งให้ได้ 100 กรัม ใส่เต็มกล่องพลาสติก (1/3 ของกล่อง)
3. เปิดระบบทำงานของเครื่องช่วยฟักไข่ตั๊กแตน โดยเสียบเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ กับเซนเซอร์วัดความชื้นดิน เป็นเวลา 2 วัน
4. อ่านค่าจาก google sheet นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลความเสถียรภาพของการควบคุมพร้อมนำไปปรับปรุงระบบควบคุมต่อไป
5. ควบคุมการทำงานโดยใช้แอปพลิเคชั่น Blynk

ตอนที่ 2 การทดสอบการฟักไข่ตักแตนด้วยเครื่องช่วยฟักไข่ตั๊กแตนที่พัฒนาขึ้น

เมื่อปรับปรุงเครื่องช่วยฟักไข่ตั๊กแตนให้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นดินได้อย่างมีเสถียรภาพแล้วจึงได้นำเครื่องช่วยฟักไข่ตั๊กแตนมาทดสอบประสิทธิภาพโดยมีขั้นตอนการทดลองดังนี้

1. นำดินทรายใส่ในกล่องพลาสติก กล่องพลาสติกขนาด 20 X 25 X 5เซนติเมตร ปริมาณ 1800 กรัม (2/3 ของกล่อง) พร้อมกดให้แน่น เตรียมพร้อมกัน 5 กล่อง
2. ชั่งไข่ตักแตน ออกเป็น 3 ส่วน ส่วนละ 100 กรัม โดย ส่วนที่ 1 ใส่ในกล่องพลาสติก ชั้นบนของเครื่อง ส่วนที่ 2 ใส่กล่องพลาสติกชั้นล่าง ส่วนที่ 3 ใส่ในกล่องพลาสติกชุดควบคุมที่ฟักแบบเกษตรกรทั่วไป แล้วใส่ขุยมะพร้าวที่แช่น้ำไว้ 10 นาที 100 กรัม จนเต็มกล่องพลาสติก (1/3 ของกล่อง) ทั้ง 5 กล่อง
3. เปิดระบบทำงานของเครื่องช่วยฟักไข่ตั๊กแตน พร้อมสังเกตการทำงานทุกวันโดยอ่านค่าจาก google sheet จนกว่าไข่ตักแตนจะฟักเป็นตัว พร้อมบันทึกระยะเวลาในการฟัก
4. เก็บรวบรวมตักแตนที่ฟักได้มาชั่งมวลเพื่อเปรียบเทียบกับการฟักแบบเกษตรกรทั่วไป

5. วิเคราะห์ช่วงอุณหภูมิและความชื้นดินที่เหมาะสม ที่ส่งผลให้ตั๊กแตนฟักไข่ได้เร็วที่สุด
6. ควบคุมการทำงานโดยใช้แอปพลิเคชั่น Blynk

รูปที่ 3.5 การควบคุมการทำงานของระบบอัตโนมัติของเครื่องช่วยฟักไขตั๊กแตนด้วย blynk application

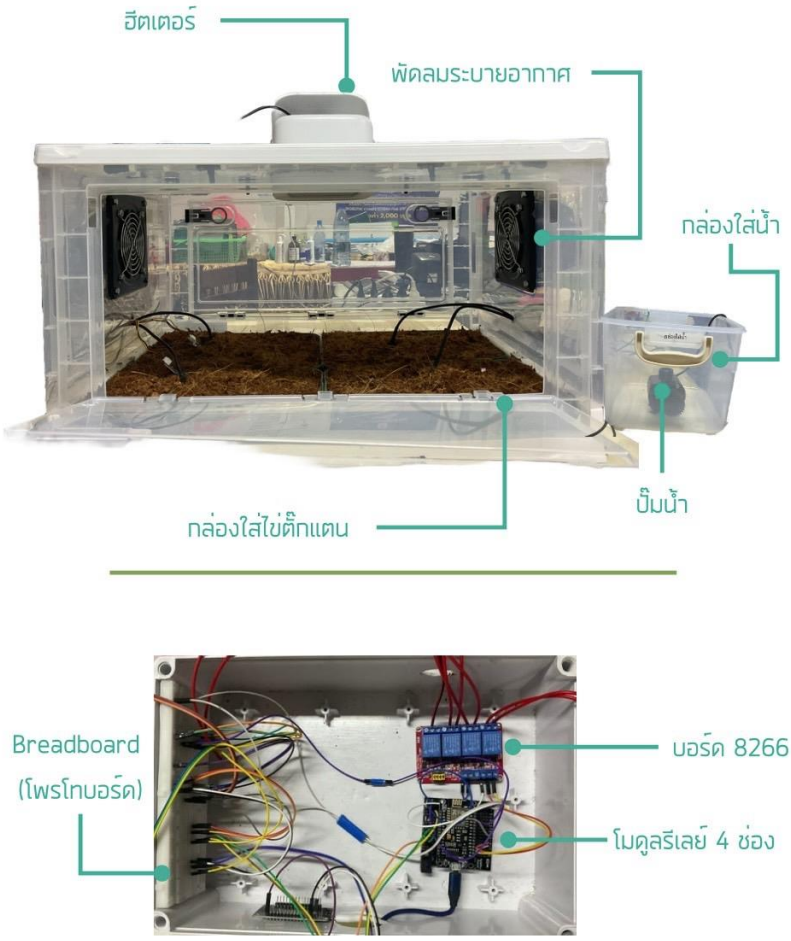
บทที่ 4

ผลการทดลอง

โครงงานเรื่อง เครื่องช่วยฟักไข่ตั๊กแตนระบบอัตโนมัติ ได้ออกแบบการทดลองและทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจนได้ผลการทดลองดังนี้

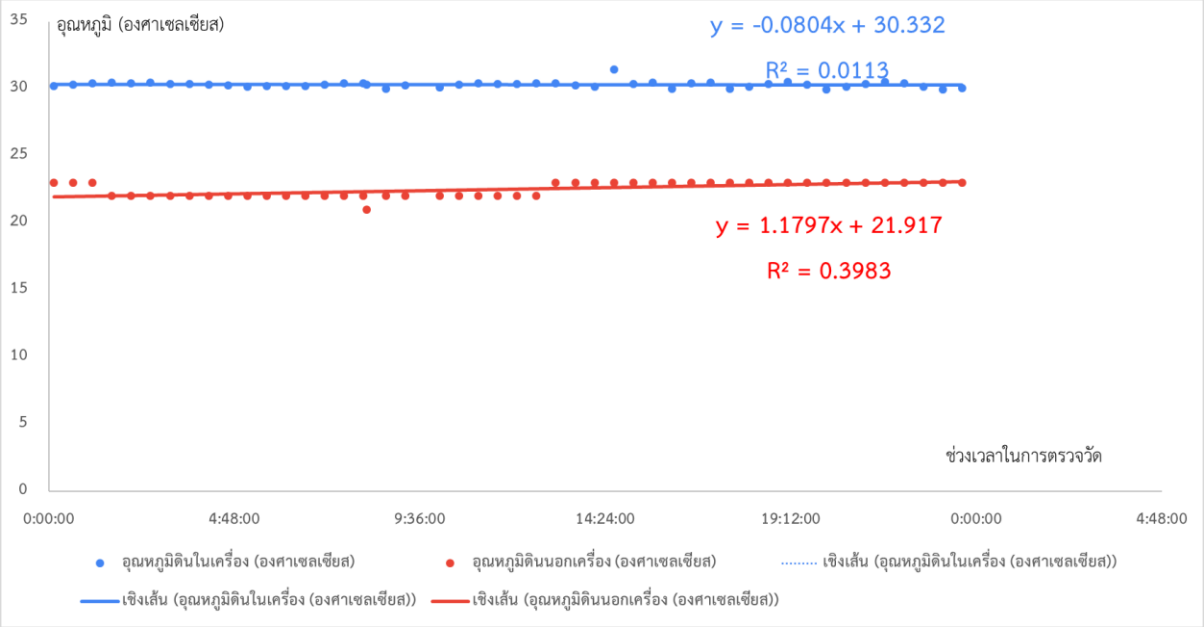
ตอนที่ 1 ออกแบบและหาประสิทธิภาพของเครื่องช่วยฟักไข่ตั๊กแตน

เครื่องช่วยฟักไข่ตั๊กแตนในขนาด 40x60x30 เซนติเมตร และได้มีการใส่กล่อง 4 กล่องสำหรับการฟักไข่ เนื่องจากจะได้พื้นที่สำหรับใช้ในการฟักไข่ตั๊กแตนได้มากดังภาพ



รูปที่ 4.1 เครื่องช่วยฟักไข่ตั๊กแตนอัตโนมัติ

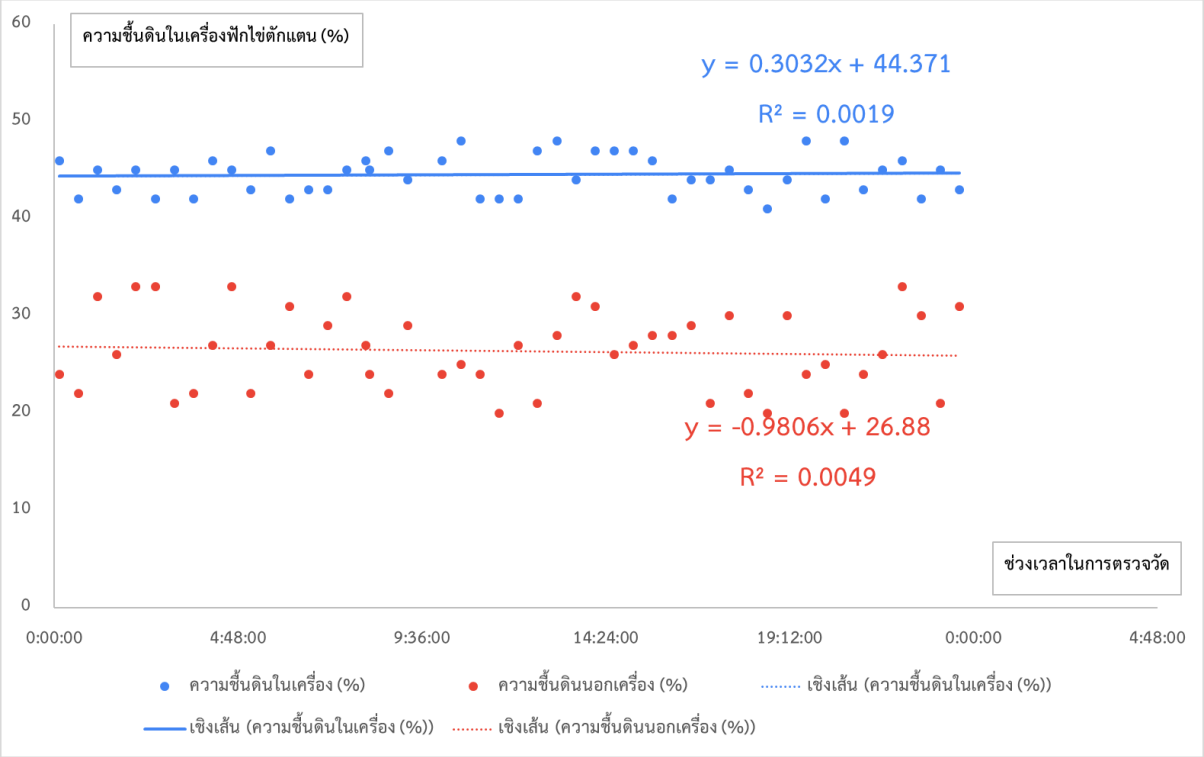
เมื่ออ่านค่าจาก google sheet นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลความเสถียรภาพของการควบคุมได้ผลการทดลองดังนี้



รูปที่ 4.2 อุณหภูมิของดินภายในและภายนอกเครื่องช่วยฟักไข่ตักแตน

จากกราฟแสดงผลการเปรียบเทียบอุณหภูมิดินในเครื่องและนอกเครื่อง พบว่าอุณหภูมิมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนในเชิงเสถียรภาพและแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงตามเวลา โดยพบว่า **อุณหภูมิดินในเครื่อง (สีน้ำเงิน)**: เส้นแนวโน้มแสดงสมการ $y=-0.0804x+30.332$ และค่า $R^2=0.0113$ ซึ่งบ่งชี้ว่าแสดงว่าการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในเครื่องไม่ได้เกี่ยวข้องกับช่วงเวลาอย่างมีนัยสำคัญ กล่าวคือ อุณหภูมิในเครื่องมีความคงที่อยู่ที่ประมาณ 30°C ตลอดช่วงเวลาการตรวจวัด **อุณหภูมิดินนอกเครื่อง (สีแดง)**: เส้นแนวโน้มแสดงสมการ $y=1.1797x+21.917$ และค่า $R^2=0.3983$ ซึ่งแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับช่วงเวลา โดยอุณหภูมิมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป เริ่มต้นที่ประมาณ 22°C และค่อย ๆ เพิ่มสูงขึ้น

เมื่อตรวจวัดความชื้นดินได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังภาพ

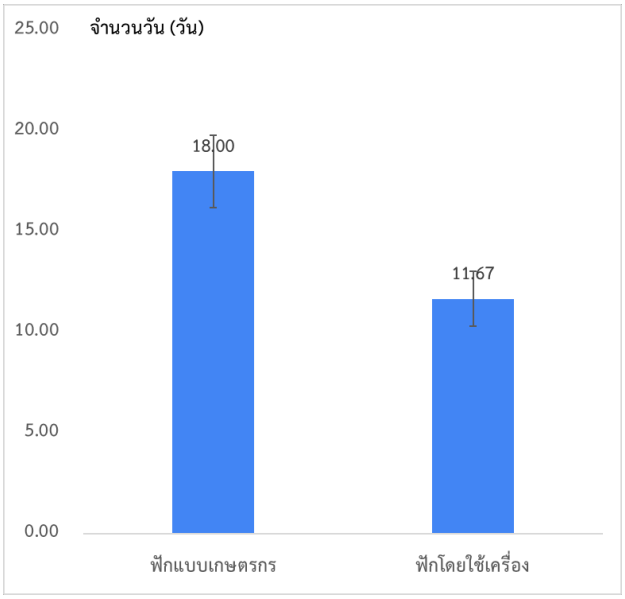


รูปที่ 4.3 ความชื้นของดินภายในและภายนอกเครื่องช่วยฟักไข่ตักแตน

กราฟที่นำเสนอแสดงความสัมพันธ์ระหว่างช่วงเวลาการตรวจวัดและค่าความชื้นในดิน (%) ทั้งในเครื่องและนอกเครื่อง โดยพบว่า **ความชื้นในดินในเครื่อง (สีน้ำเงิน):** สมการเส้นแนวโน้มคือ $y=0.3032x+44.371$ โดยค่า $R^2=0.0019$ แสดงถึงความสัมพันธ์ที่ต่ำมากระหว่างเวลาและค่าความชื้นในเครื่อง ค่าความชื้นเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 44% โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งชี้ให้เห็นว่าค่าความชื้นค่อนข้างคงที่ **ความชื้นในดินนอกเครื่อง (สีแดง):** สมการเส้นแนวโน้มคือ $y=-0.9806x+26.88$ โดยค่า $R^2=0.0049$ ค่าความชื้นเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 27% และมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยเมื่อเวลาผ่านไป อาจเป็นผลมาจากการระเหยของน้ำในดินที่ไม่ได้รับการควบคุมจากสิ่งแวดล้อม แสดงถึงความสัมพันธ์ที่ต่ำเช่นกันระหว่างเวลาและค่าความชื้นนอกเครื่อง แม้ว่าจะมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย

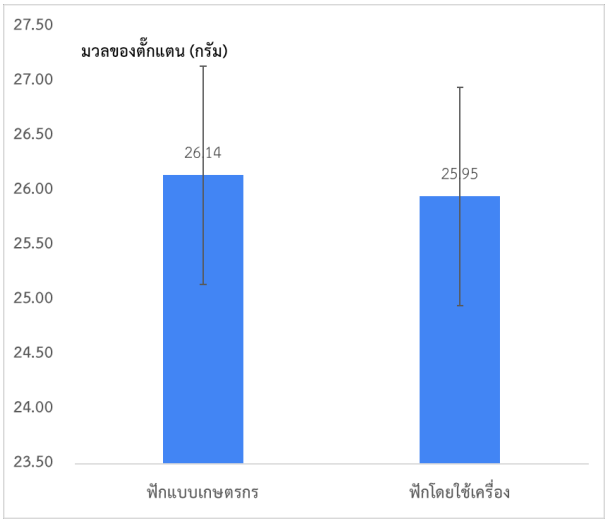
ตอนที่ 2 การทดสอบการฟักไข่ตักแตนด้วยเครื่องช่วยฟักไข่ตั๊กแตนที่พัฒนาขึ้น

เมื่อปรับปรุงเครื่องช่วยฟักไข่ตั๊กแตนให้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นดินได้อย่างมีเสถียรภาพแล้วจึงได้นำเครื่องช่วยฟักไข่ตั๊กแตนมาทดสอบประสิทธิภาพได้ผลการทดลองดังนี้



รูปที่ 4.4 จำนวนวันเครื่องช่วยฟักไข่ตักแตน

กราฟแสดงให้เห็นว่า การฟักแบบเกษตรกรใช้เวลาในการฟักเฉลี่ย 18.00 ± 1.79 วัน ซึ่งนานกว่าการฟักโดยใช้เครื่องประมาณ 6.33 วัน โดยการฟักโดยใช้เครื่องช่วยฟักไข่ใช้เวลาเฉลี่ย 11.67 ± 1.37 วัน หรือคิดเป็น 35.17% ของจำนวนวันที่ใช้ในกรณีของการฟักโดยใช้เครื่องชี้ให้เห็นถึงข้อได้เปรียบของการฟักแบบเกษตรกรที่สามารถให้ผลลัพธ์ที่สูงกว่าและเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมจริง ในขณะที่การฟักโดยใช้เครื่องยังมีศักยภาพในการปรับปรุงและพัฒนาเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีขึ้น เมื่อนำตักแตนที่ฟักได้มาวัดมวลเพื่อเปรียบเทียบได้ผลการทดลองดังนี้



รูปที่ 4.5 มวลของตักแตนแรกเกิดในเครื่องช่วยฟักไข่ตักแตน

จากกราพบว่า มวลของตั๊กแตนแรกเกิดที่ฟักแบบเกษตรกรมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 26.14 ± 0.71 กรัม ส่วนมวลของตั๊กแตนแรกเกิดที่ฟักโดยใช้เครื่องช่วยฟักไข่ มีมวลเฉลี่ยเท่ากับ 25.95 ± 0.02 กรัม ซึ่งความแตกต่างระหว่างสองวิธีคิดเป็นเพียง **0.25 กรัม** ซึ่งเป็นความแตกต่างที่เล็กน้อยมาก และอาจไม่ส่งผลต่อการนำไปใช้จริงในทางปฏิบัติ อย่างไรก็ตาม ค่าเฉลี่ยของการฟักแบบเกษตรกรยังคงสูงกว่าการฟักโดยใช้เครื่องเล็กน้อย

รูปที่ 4.6 การวัดมวลมวลของตั๊กแตนแรกเกิด

รูปที่ 4.7 ตั๊กแตนแรกเกิด

บทที่ 5
สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

โครงงานเรื่อง เครื่องช่วยฟักไข่ตั๊กแตนระบบอัตโนมัติ ได้ออกแบบการทดลองและทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจนได้ข้อสรุปผลการทดลองดังนี้

5.1 สรุปผลการทดลอง

เครื่องช่วยฟักไข่ตั๊กแตนมีขนาด 40x60x30 เซนติเมตร ติดตั้งระบบควบคุมอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้นสามารถจัดการอุณหภูมิและความชื้นในดินได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยระบบจะตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นเพื่อดำเนินการปรับสภาพแวดล้อม เช่น เปิดพัดลมหรือไฟให้ความร้อนเมื่ออุณหภูมิไม่เหมาะสม และเปิดปั๊มน้ำหรือไฟลดความชื้นตามค่าความชื้นที่วัดได้ ระบบยังส่งข้อมูลแบบเรียลไทม์ไปยังแพลตฟอร์ม Blynk และบันทึกข้อมูลลง Google Sheets ทุก 30 นาที ทำให้สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมได้อย่างต่อเนื่องและเสถียรภาพ ผลการตรวจวัดแสดงว่าอุณหภูมิในเครื่องมีความคงที่เฉลี่ยประมาณ 30 องศาเซลเซียส และไม่ได้เปลี่ยนแปลงตามเวลา ในขณะที่อุณหภูมินอกเครื่องมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจาก 22 องศาเซลเซียส ค่าเฉลี่ยความชื้นในเครื่องอยู่ที่ 44% ค่อนข้างคงที่ ในขณะที่ความชื้นนอกเครื่องลดลงเล็กน้อยเหลือ 27% ซึ่งอาจเป็นผลจากการระเหยของน้ำในดินที่ไม่ได้ควบคุมสำหรับการฟักไข่ พบว่าการฟักแบบเกษตรกรใช้เวลาเฉลี่ย 18 วัน ซึ่งนานกว่าการฟักโดยใช้เครื่องที่ใช้เวลาเฉลี่ย 11.67 วัน มวลของตั๊กแตนแรกเกิดจากการฟักแบบเกษตรกรเฉลี่ย 26.14 กรัม ซึ่งมากกว่าการฟักโดยใช้เครื่องเพียงเล็กน้อย (25.95 กรัม) ความแตกต่างนี้ไม่มีนัยสำคัญต่อการใช้งานจริงระบบที่พัฒนาขึ้นยังมีโอกาสในการปรับปรุง เช่น การควบคุมความเข้มแสงและการระเหยของน้ำ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและให้ผลลัพธ์ใกล้เคียงกับวิธีธรรมชาติมากขึ้น

5.2 อภิปรายผลการทดลอง

จากผลการทดลองโครงงานเครื่องช่วยฟักไข่ตั๊กแตนระบบอัตโนมัติ พบว่าเครื่องที่ออกแบบและพัฒนาขึ้นสามารถแสดงประสิทธิภาพที่ดีในหลายด้าน ทั้งในเรื่องการควบคุมปัจจัยแวดล้อมที่สำคัญ เช่น อุณหภูมิและความชื้นในดิน รวมถึงความสามารถในการลดระยะเวลาในการฟักไข่เมื่อเปรียบเทียบกับการฟักไข่แบบเกษตรกรทั่วไป

1. **ประสิทธิภาพของระบบควบคุมอัตโนมัติ:** เครื่องช่วยฟักไข่ตั๊กแตนที่ออกแบบและพัฒนามีขนาด 40x60x30 เซนติเมตร พร้อมระบบควบคุมอัตโนมัติที่สามารถจัดการอุณหภูมิและความชื้นในดินได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยระบบจะตรวจวัดและปรับสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมในทุกช่วงเวลา เช่น เปิดพัดลมเพื่อลด

อุณหภูมิเมื่อค่าที่วัดได้สูงเกิน 35 องศาเซลเซียส หรือเปิดไฟให้ความร้อนเมื่ออุณหภูมิต่ำกว่า 30 องศาเซลเซียส สำหรับการควบคุมความชื้น หากค่าความชื้นสูงกว่า 55% ระบบจะเปิดไฟเพื่อลดความชื้น และหากต่ำกว่า 35% จะเปิดปั๊มน้ำเพื่อเพิ่มความชื้น นอกจากนี้ ระบบยังมีฟังก์ชันส่งข้อมูลแบบเรียลไทม์ไปยังแพลตฟอร์ม Blynk และบันทึกข้อมูลลง Google Sheets ทุก 30 นาที เพื่อช่วยในการติดตามและตรวจสอบสถานะ ทำให้การควบคุมสิ่งแวดล้อมมีความต่อเนื่องและมีเสถียรภาพสูง

2. การตรวจวัดอุณหภูมิ: อุณหภูมิในเครื่อง: ผลการตรวจวัดแสดงว่าอุณหภูมิในเครื่องมีความคงที่ โดยค่าเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 30 องศาเซลเซียส และไม่มีการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญตลอดช่วงเวลาการทดลอง ค่าเสถียรภาพนี้แสดงถึงความสามารถของระบบควบคุมที่ออกแบบมาอย่างเหมาะสม **อุณหภูมินอกเครื่อง:** อุณหภูมินอกเครื่องเริ่มต้นที่ประมาณ 22 องศาเซลเซียส และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตามเวลา ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมภายนอก เช่น อุณหภูมิอากาศหรือแสงแดดที่ส่งผลต่อดิน

3. การตรวจวัดความชื้นในดิน: ค่าเฉลี่ยความชื้นในดินในเครื่องอยู่ที่ 44% โดยค่อนข้างคงที่และไม่มีการเปลี่ยนแปลงตามเวลา ความคงที่นี้แสดงให้เห็นว่าระบบสามารถควบคุมความชื้นได้อย่างมีประสิทธิภาพภายในเครื่อง

4. ความชื้นในดินนอกเครื่อง: ความชื้นนอกเครื่องลดลงเล็กน้อยอยู่ที่ประมาณ 27% ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการระเหยของน้ำในดินที่ไม่ได้รับการควบคุมจากสิ่งแวดล้อม ปัจจัยนี้แสดงถึงผลกระทบของการขาดระบบควบคุมที่เหมาะสมในสภาพภายนอก

5. การเปรียบเทียบการฟักไข่ ระยะเวลาในการฟักไข่: การฟักไข่แบบเกษตรกรใช้เวลาเฉลี่ย 18 วัน ซึ่งนานกว่าการฟักโดยใช้เครื่องช่วยฟักที่ใช้เวลาเฉลี่ยเพียง 11.67 วัน หรือคิดเป็นความแตกต่างประมาณ 35.17% แสดงให้เห็นว่าเครื่องช่วยฟักสามารถลดระยะเวลาการฟักไข่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

6. มวลของตั๊กแตนแรกเกิด: มวลเฉลี่ยของตั๊กแตนแรกเกิดจากการฟักแบบเกษตรกรอยู่ที่ 26.14 กรัม มากกว่ามวลของตั๊กแตนที่ฟักโดยใช้เครื่องช่วยฟักเล็กน้อย (25.95 กรัม) ความแตกต่างนี้แม้จะมีอยู่แต่ก็ไม่มีนัยสำคัญในทางปฏิบัติ

ดังนั้น เครื่องช่วยฟักไข่ตั๊กแตนระบบอัตโนมัติแสดงถึงความสำเร็จในการพัฒนานวัตกรรมที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพให้กับกระบวนการฟักไข่ตั๊กแตน โดยสามารถลดระยะเวลาในการฟักลงได้อย่างมีนัยสำคัญ พร้อมทั้งรักษาคุณภาพของผลผลิตให้ใกล้เคียงกับการฟักแบบธรรมชาติ การพัฒนานี้ถือเป็นก้าวสำคัญในการส่งเสริมการเกษตรสมัยใหม่และสามารถนำไปต่อยอดเพื่อเพิ่มศักยภาพของระบบในอนาคตได้อย่างยั่งยืน.

5.3 ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะเหล่านี้มุ่งเน้นการพัฒนาประสิทธิภาพ ความเสถียร และความคุ้มค่าของเครื่องช่วยฟักไข่ตั๊กแตน พร้อมทั้งสร้างโอกาสในการขยายการใช้งานและการพัฒนาในระยะยาว การนำข้อเสนอแนะเหล่านี้ไปปรับใช้จะช่วยให้เครื่องช่วยฟักไข่ตั๊กแตนเป็นนวัตกรรมที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของเกษตรกรและภาคอุตสาหกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน.

บรรณานุกรม

โกศล เจริญสม (2525). **ตั๊กแตนปาทังก้า**. บทความในหนังสือ แมลงอ้อยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ คณะเกษตร ภาควิชาพืชไร่นา

ธิดารัตน์ พันโท (2563). **แมลงกินได้ คุณค่าทางโภชนาการ และการแปรรูปเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ Edible insects: nutrition value and their processing for utilization**. วารสารโภชนาการ ปีที่ 50 ฉบับที่ 1 มกราคม - มีนาคม พ.ศ. 2563

นันทยา จงใจเทศ, พิมพร วัชรางค์กุล, ปิยนันท์ เผ่าม่วง, เพ็ญพโยม ประภาศิริ. (2548). **คุณภาพโปรตีนและไขมันในแมลงกินได้.** วารสารโภชนาการ ปีที่ 40 ฉบับที่ 1 พ.ศ.2548

วรพจน์ กริชจนรัช (2561). **แมลงเพื่อการบริโภค แหล่งโปรตีนทางเลือกใหม่แห่งอนาคต.** รายงานการวิจัย วิทยาลัยการทัพบก

สืบค้นออนไลน์ : Automatic IoT Eggs Incubator - Hackster.io **แนวทางการทำระบบของบอร์ด Arduino**

องค์กรอาหารและการเกษตรแห่งสหประชาชาติ (Food and Agriculture Organization of the United Nations; FAO) (2556). คาดเดาการขาดแคลนอาหารในอนาคตเนื่องจากประชากรโลกมีจำนวนสูงขึ้น.

Chen, Y., et al., 2018. **Edible insects in China: Utilization and prospects.** Insect Science. Volume25, Issue 2 April 2018: 184-198

Pener, M. P. and Simpson, S.J. (2009) **Locust phase polyphenism: an update 2009.** Advances in Insect Physiology 36:1-286