



ระบบควบคุมสภาพแวดล้อมในการเจริญเติบโตไส้เดือนเลี้ยงผ่านแพลตฟอร์ม IoT

The System Controls Environment of Earthworm with IoT Platform

รชต เรืองกาญจน์¹, นิดา แซ่จอง¹, ชลธิศา รัตนชู^{1*},

Rachata Ruangarn¹, Nida Sae Jong¹, Chonthisa Rattanachu^{1*},

(Received: June 3, 2021; Revised: August 9, 2021; Accepted: August 18, 2021)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการพัฒนา ระบบควบคุมสภาพแวดล้อมในการเจริญเติบโตไส้เดือนเลี้ยงซึ่งใช้สมาร์ตโฟนควบคุมระบบ เนื่องจากการเพาะเลี้ยงไส้เดือนดินแบบเดิมเป็นการคาดคะเนการให้น้ำเพื่อควบคุมความชื้น ซึ่งในบางเวลาสภาวะแวดล้อมไม่เหมาะกับการเพาะเลี้ยงไส้เดือนดิน ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยคือออกแบบและพัฒนาระบบควบคุมการให้น้ำทั้งแบบอัตโนมัติและแบบควบคุมด้วยตนเอง สำหรับระบบแบบอัตโนมัติสามารถปรับตามค่าความชื้นของดิน ระบบประกอบด้วยฮาร์ดแวร์และแอปพลิเคชันที่ติดตั้งบนสมาร์ตโฟน ในส่วนของฮาร์ดแวร์ กระบวนการถูกแบ่งออกเป็น 3 ส่วน เริ่มจาก nodeMCU รับค่าความชื้นและ pH ของดินที่วัดได้จากเซนเซอร์ จากนั้นข้อมูลที่ได้จะถูกประมวลผลตามเงื่อนไขที่กำหนดเพื่อปรับความชื้นในดินให้เหมาะสม สุดท้าย nodeMCU ควบคุมการทำงานของรีเลย์เพื่อเปิดและปิดสวิตช์ของโซลินอยด์ วาล์วและปั๊ม ในเทอมของแอปพลิเคชัน Blynk เป็นตัวแสดงผลค่าความชื้นและ pH ที่วัดได้แบบเรียลไทม์ นอกจากนี้ผู้ใช้สามารถเลือกฟังก์ชันการทำงานของระบบทั้งแบบอัตโนมัติและควบคุมด้วยตนเอง ระบบถูกนำไปใช้และทดสอบ ณ ฟาร์มไส้เดือนดิน อำเภอยี่งอ จังหวัดนราธิวาส ผลการวิจัยพบว่าการเพาะเลี้ยงไส้เดือนดินด้วยระบบที่นำเสนอให้ผลดีกว่าการเพาะเลี้ยงแบบเดิม โดยความชื้นของดินได้รับการดูแลอย่างเหมาะสมเพื่อการเจริญเติบโตของไส้เดือนดินโดยเฉลี่ยมีการเติบโตดีขึ้นร้อยละ 30 จากแบบเดิม ต้นทุนการผลิตลดลงจากการใช้ปริมาณน้ำ โดยมีอัตราการใช้น้ำในการดูแลลดลงร้อยละ 70 ของปริมาณน้ำที่ใช้เลี้ยงแบบเดิม โดยมีปริมาณของปุ๋ยต่อหน่วยการผลิตเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 30 และบริหารจัดการระบบง่ายขึ้นจึงทำให้ใช้คนอย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: ระบบควบคุมอัตโนมัติ การเพาะเลี้ยงไส้เดือนดิน nodeMCU อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

¹คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์

¹Faculty of Engineering, Princess of Naradhiwas University

*Corresponding Author: chonthisa@pnu.ac.th



Abstract

This research is proposed the developing the system controls environment of earthworm that is controlled by smartphone. Because the original earthworm feeding is the watering prediction that sometimes the environment is unsuitable for earthworm feeding. The objective of the research is to design and develop an automatic watering system both automatic and manual. The watering system can be adjusted according to soil moisture for automatic controller. The system consists of hardware and mobile application. In case of hardware, the process is divided into three parts. Firstly, the nodeMCU ESP8266 receives the soil moisture and pH values that can be measured by the sensor. After that, these data are implemented according to the specified conditions to optimize the suitable soil moisture. Finally, nodeMCU ESP8266 control the operation of the relay to switch on and off the solenoid valve and pump. In terms of application, Blynk is mainly used to monitor the measured pH and moisture values in real-time. Moreover, user can select the function of operation system including automatic and manual modes. The system was implemented and tested in earthworm feeding farm at Yi-ngo District, Narathiwat Province, Thailand. The results showed the proposed earthworm feeding is better than the original feeding. The moisture of soil was maintained so that the average earthworm growth increased by 30 percent from the previous model, The production cost was reduced due to the use of water and rate of water use in the care was reduced by 70 percent from the previous model. The amount of fertilizer per production unit increased by 30 percent and system management is also easier.

Keywords: Automatic controller system, Worm feeding, NodeMCU ESP8266, Internet of Things

บทนำ

สืบเนื่องจากยุทธศาสตร์การพัฒนาเกษตรอินทรีย์แห่งชาติ พ.ศ. 2560 - 2564 ที่ต้องการเพิ่มพื้นที่และปริมาณการผลิตเกษตรอินทรีย์ (Jai-aree, 2018) ส่งผลให้ปริมาณความต้องการปุ๋ยอินทรีย์เพิ่มขึ้น จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าปุ๋ยจากไส้เดือนเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สำคัญ ประโยชน์ของปุ๋ยมูลไส้เดือนดินมีมากมาย ยกตัวอย่างเช่น มีธาตุอาหารสูงและจุลินทรีย์จำนวนมากซึ่งเหมาะกับการเจริญเติบโตของพืช เช่น ต้นอ่อนข้าวสาลี ต้นอ่อนทานตะวัน และผักไมโคร กรีน โดยพืชเหล่านี้ได้รับความนิยมนในการบริโภค (Boonchamni & Iwai, 2019) นอกจากนี้ปุ๋ยจากไส้เดือนยังมีบทบาททางด้านการปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และ ชีวภาพ ของทรัพยากรดิน (Champar-ngam, 2017) อีกทั้ง



ต้นทุนการเลี้ยงไส้เดือนดำ เนื่องจากสามารถใช้ขยะอินทรีย์จากครัวเรือนหรือตลาด มูลสัตว์ และเศษต่อ
ซึ่งพืชจากภาคการเกษตรในการเพาะเลี้ยงไส้เดือนดิน (Piyanusorn & Sutajaidee, 2012) สภาพแวดล้อม
ที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของไส้เดือนคือค่าความชื้นและ pH ของดิน ซึ่งไส้เดือนต้องการความชื้น
อย่างเพียงพอสำหรับการเจริญเติบโต ไม่ควรให้แฉะเกินไปหรือมีน้ำขังมากเกินไป และสามารถเจริญได้
ดีในดินที่มีสภาพเป็นกลาง (Amnat, 2017) จากการศึกษาการเลี้ยงไส้เดือนของเกษตรกรในพื้นที่สาม
จังหวัดชายแดนภาคใต้ มีวิธีเลี้ยงไส้เดือนแบบดั้งเดิมคือ เลี้ยงไส้เดือนในภาชนะ โดยเจาะรูเพื่อความ
สะดวกในการรดน้ำให้กับไส้เดือนดิน โดยจะมีการให้น้ำทุกเช้า และเย็นโดยไม่ทราบถึงปริมาณ
ความชื้นที่แท้จริง โดยดูจากสีผิวดิน วิธีการแบบเดิมพบปัญหาหลากหลาย เช่น อุณหภูมิและความชื้น
ของดินส่งผลให้บ่อเลี้ยงมีสภาพเป็นกรด เนื่องจากกระบวนการในการรดน้ำ ปัญหาเหล่านี้ส่งผลต่อ
คุณภาพปุ๋ย ปริมาณปุ๋ย และความแข็งแรงของตัวไส้เดือนทั้งสิ้น ทำให้เกษตรกรประสบปัญหา เนื่องจาก
ไม่สามารถวิเคราะห์ หรือตรวจสอบสภาพแวดล้อมในการเลี้ยงไส้เดือนดินที่เหมาะสม

จากข้อจำกัดของการเลี้ยงไส้เดือนดินแบบเดิมที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความคิดใน
การนำเทคโนโลยีด้าน Internet of things (ไอโอที) มาประยุกต์ใช้ เนื่องจากสามารถวิเคราะห์และ
ควบคุมการทำงานของระบบได้ ปัจจุบันพบว่าเทคโนโลยีด้านไอโอทีเข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวัน
ค่อนข้างหลากหลาย ทั้งในด้านการเกษตร ที่อยู่อาศัย และโรงงานอุตสาหกรรม (Muangprathub, 2019)
นอกจากนี้พบว่าในต่างประเทศมีการนำระบบควบคุมอัตโนมัติมาใช้ในการทำปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน
เช่นสหรัฐอเมริกาและฝรั่งเศส พบว่ากำลังการผลิตสูงสามารถลดวัสดุเหลือใช้และขยะอินทรีย์จาก
ชุมชนในเมือง และสร้างรายได้ให้เกษตรกรจากการขายปุ๋ยไส้เดือนดิน (Maejo University Phrae
Campus, 2015)

ดังนั้นงานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบควบคุมสภาพแวดล้อมในการ
เจริญเติบโตไส้เดือนเลี้ยงผ่านแพลตฟอร์ม IoT สำหรับการเพาะเลี้ยงไส้เดือนดินที่สามารถควบคุมระบบ
ทั้งแบบอัตโนมัติและแบบควบคุมด้วยตนเองผ่านแอปพลิเคชันที่ติดตั้งบนโทรศัพท์สมาร์ทโฟน (mobile
application) ข้อดีของระบบที่นำเสนอคือเกษตรกรสามารถติดต่อกับระบบได้ทุกที่ทุกเวลา ซึ่งสามารถ
บริหารจัดการและตรวจสอบคุณภาพในด้านต่างๆ จึงทำให้มีผลต่อการเจริญเติบโตของไส้เดือนดิน
ต้นทุนการผลิตลดลง ปริมาณของปุ๋ยต่อหน่วยการผลิตเพิ่มขึ้น และบริหารจัดการระบบง่ายขึ้น

วัตถุประสงค์

1. เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบควบคุมสภาพแวดล้อมในการเลี้ยงไส้เดือนโดยใช้แพลตฟอร์ม
IoT ในการบริหารดูแลฟาร์มเพาะเลี้ยงไส้เดือน



2. แก้ไขปัญหาสภาพแวดล้อมต่างๆ ให้มีความเหมาะสมกับการเลี้ยงไส้เดือน
3. สามารถให้เกษตรกรสามารถติดตามผลในการเลี้ยงไส้เดือนให้ผลผลิตมีปริมาณและคุณภาพได้อย่างเหมาะสม

กรอบแนวคิดและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงงานวิจัยก่อนหน้าที่เกี่ยวข้องซึ่งแบ่งออกเป็น 2 หัวข้อหลักคือ การเพาะเลี้ยงไส้เดือนดิน และการประยุกต์ใช้งานไอโอทีกับเกษตรกรรมโดยเน้นที่การเพาะปลูกพืช มีรายละเอียดดังนี้

1. การเพาะเลี้ยงไส้เดือนดิน

ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนจัดเป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดชนิดหนึ่งเมื่อเทียบกับปุ๋ยอินทรีย์ทั่วไป ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนเกิดจากการที่ไส้เดือนกินวัสดุอินทรีย์ที่กำลังเน่าสลายแล้วขับถ่ายป็นมูลออกมา โดยมูลนั้นมีลักษณะคล้ายกับดินมีสีดำเข้มเป็นเม็ดร่วน ทนทานต่อการชะล้างของน้ำ เหมาะที่จะนำมาใช้เพื่อการเพาะปลูกหรือใช้เพื่อปรับปรุงดิน (Tancho, 2005) วัตถุประสงค์หลักของการเลี้ยงไส้เดือนดินคือการจัดการขยะอินทรีย์เช่น ขยะอินทรีย์เหลือทิ้งทางการเกษตรและของเหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมการเกษตร ช่วยลดปัญหาขยะย่อยสลายได้ (Hashim, 2015) พารามิเตอร์ที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของไส้เดือนดินคืออุณหภูมิ ความชื้น การระบายอากาศ อาหารและสภาพความเป็นกลางของดิน โดยความชื้นที่เหมาะสมเฉลี่ยเท่ากับ 60-80 เปอร์เซ็นต์ (Tancho, 2005) โดยทั่วไปวัสดุที่ใช้เลี้ยงไส้เดือนดินประยุกต์ได้หลากหลาย เช่น กะละมัง บ่อซีเมนต์ ถังไม้ หรือชั้นกล่องพลาสติกกลั่นซัก โดยมีการเจาะรูที่ก้นเพื่อให้สามารถระบายออกได้ (Amnat, 2017)

2. การประยุกต์ใช้งานไอโอที

ในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา ไอโอทีถูกนำไปใช้ในการศึกษาจำนวนมาก (Muangprathub, 2019; Hashim, 2015) การควบคุมด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (Arduino) ของอุณหภูมิและค่าความชื้นของดิน และใช้แอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟนบน Android เพื่อความยืดหยุ่นและการใช้งาน พบว่าข้อดีในต้นทุนต่ำและความยืดหยุ่นสำหรับการควบคุมการเกษตร ตรงกันข้ามกับส่วนประกอบที่มีราคาแพงเช่น คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลระดับสูง สำหรับ การประยุกต์ใช้ IoT ในด้านการเกษตรเป็นเรื่องเกี่ยวกับการเสริมสร้างศักยภาพเกษตรกรด้วยเครื่องมือการตัดสินใจและเทคโนโลยีอัตโนมัติซึ่งรวมผลิตภัณฑ์ความรู้และบริการเข้าด้วยกันเพื่อประสิทธิภาพการผลิต คุณภาพและผลกำไรที่ดีขึ้น (Elijah, 2018)

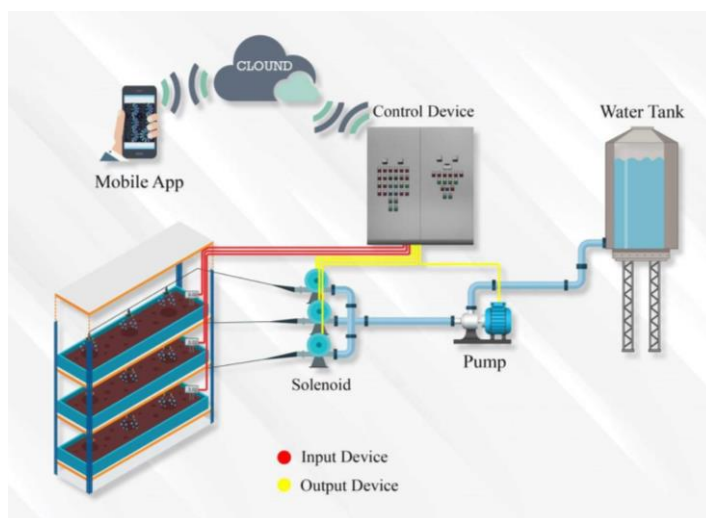


วิธีการวิจัย

การดำเนินการออกแบบระบบควบคุมสภาพแวดล้อมในการเจริญเติบโตไม้เลื้อยผ่านแพลตฟอร์ม IoT แบ่งการทำงานออกแบบ 3 ส่วน

1. แบบจำลองของระบบให้น้ำอัตโนมัติสำหรับการเพาะเลี้ยงไม้เลื้อยดิน

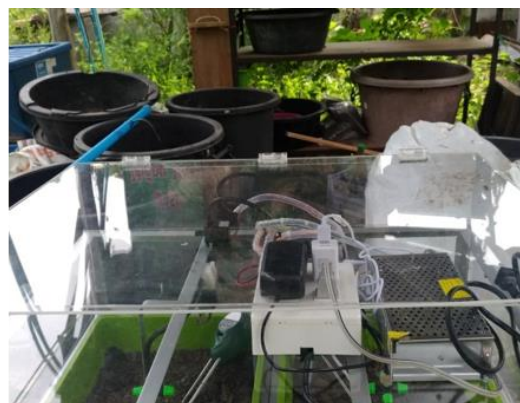
แบบจำลองระบบให้น้ำอัตโนมัติสำหรับการเพาะเลี้ยงไม้เลื้อยดินแสดงดังภาพที่ 1 ประกอบด้วยอุปกรณ์อินพุต (เซ็นสีแดง) และเอาต์พุต (เซ็นสีเหลือง) ซึ่งมีกล่องควบคุมเป็นตัวรับค่าจากเซนเซอร์วัดค่าความชื้นและ pH ของดินที่วางในถาดดิน จากนั้นอุปกรณ์ในกล่องควบคุมจะประมวลผลตามเงื่อนไขที่ตั้งไว้ และแสดงค่าที่วัดได้บนแอปพลิเคชันที่ติดตั้งบนสมาร์ตโฟนผ่านอุปกรณ์ไอโอทีไปยังระบบคลาวด์ (Cloud) กล่องควบคุมจะส่งสัญญาณดิจิทัลไปควบคุมสวิตช์เปิด-ปิดของอุปกรณ์เอาต์พุตซึ่งประกอบด้วยโซลินอยด์วาล์วและปั้มน้ำ นอกจากนี้ผู้ใช้งานยังสามารถควบคุมการทำงานของระบบผ่านสมาร์ตโฟน โดยเปลี่ยนแปลงโหมดการทำงานของระบบได้ทั้งแบบอัตโนมัติและแบบควบคุมด้วยตนเอง ในส่วนของการนำระบบเพาะเลี้ยงไม้เลื้อยดินไปประยุกต์ใช้งาน เริ่มจากการสร้างต้นแบบแสดงดัง ภาพที่ 2(ก) โครงสร้างภายนอกของต้นแบบประกอบด้วยแผ่นกรอบ โครงเหล็ก โซลินอยด์วาล์วพร้อมท่อน้ำ และถาดสำหรับเลี้ยงไม้เลื้อยดินจำนวน 4 อัน นอกจากนี้กล่องควบคุม อแดปเตอร์ (adaptor) และ ปลั๊กไฟ ถูกติดตั้งบริเวณชั้นบนสุดของต้นแบบ ท้ายสุดประยุกต์ใช้ระบบกับพื้นที่จริงโดยนำระบบไปทดสอบ ณ ฟาร์มไม้เลื้อยดิน ตั้งอยู่ อ.ยี่งอ จ.นราธิวาส รูปแบบของการติดตั้งแสดงดังภาพที่ 2(ข)



ภาพที่ 1 ระบบควบคุมสภาพแวดล้อมในการเจริญเติบโตไม้เลื้อยผ่านแพลตฟอร์ม IoT



(ก)



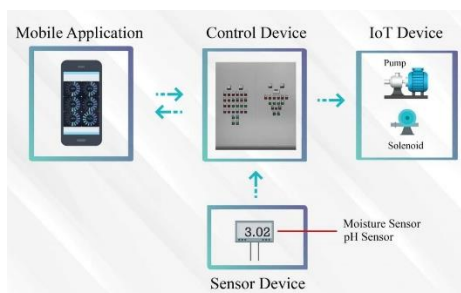
(ข)

ภาพที่ 2 การติดตั้งอุปกรณ์ระบบควบคุมสภาพแวดล้อมในการเจริญเติบโตไม้เลื้อย

(ก) แบบจำลองการติดตั้งอุปกรณ์ (ข) แบบในการติดตั้งใช้งานจริง

2. การออกแบบและภาพรวมของระบบ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและจัดทำระบบควบคุมสภาพแวดล้อมด้านความชื้นและค่า pH อัตโนมัติ โดยใช้เซนเซอร์วัดค่าความชื้นและค่า pH ของดินเพื่อให้เหมาะกับการเพาะเลี้ยงไม้เลื้อยดิน และสามารถควบคุมการทำงานผ่านสมาร์ตโฟนได้ ชุดควบคุมระบบการเลี้ยงไม้เลื้อยดินประกอบด้วย 2 ส่วนหลักคือ ฮาร์ดแวร์ (hardware) และแอปพลิเคชันที่ติดตั้งบนสมาร์ตโฟนแสดงดังในภาพที่ 3 ในส่วนของฮาร์ดแวร์ถูกออกแบบและพัฒนาภายในกล่องควบคุม ซึ่งควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไอโอที และรับข้อมูลจากเซนเซอร์ รายละเอียดของอุปกรณ์แต่ละตัว แสดงดังตารางที่ 1 โดยระบบที่นำเสนอสามารถควบคุมการเปิด-ปิดการให้น้ำแบบอัตโนมัติบนพื้นฐานข้อมูลไอโอที สำหรับแอปพลิเคชันที่ติดตั้งบนสมาร์ตโฟนถูกใช้โดยผู้ใช้งานระบบหรือผู้เพาะเลี้ยงไม้เลื้อยดินผ่านสมาร์ตโฟน ซึ่งถูกออกแบบให้แสดงค่าที่วัดได้จากเซนเซอร์และสามารถควบคุมการระบบด้วยตนเอง แอปพลิเคชันที่ติดตั้งบนสมาร์ตโฟนแบ่งการทำงานออกเป็น 2 โหมดคือแบบอัตโนมัติและแบบควบคุมด้วยตนเอง ผู้วิจัยสรุปกลไกของระบบที่นำเสนอกับสถาปัตยกรรมของระบบประกอบด้วย 3 ส่วนคือชั้นเก็บข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อม ชั้นข้อมูลและการสื่อสาร และชั้นประยุกต์ใช้งาน สำหรับชั้นเก็บข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อมถูกออกแบบเพื่อรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมจากเซนเซอร์วัดค่าความชื้นและ pH ของดิน และอุปกรณ์ควบคุม ชั้นถัดมาเป็นการส่งข้อมูลจากเซนเซอร์ทั้งหมดที่รวบรวมได้ไปยังเซิร์ฟเวอร์ (server) ชั้นสุดท้ายคือชั้นประยุกต์ใช้งานโดยใช้ข้อมูลที่สะสมเพื่อแสดงผลและควบคุมระบบให้น้ำสำหรับการเพาะเลี้ยงไม้เลื้อยดิน



ภาพที่ 3 ภาพรวมระบบควบคุมสภาพแวดล้อมในการเลี้ยงไส้เดือนผ่านแอปพลิเคชัน

ตารางที่ 1 รายละเอียดค่าพารามิเตอร์ต่างๆในการออกแบบระบบควบคุม.

Parameter	Model	Specific
NodeMCU	ESP8266	$V_{cc} = 5\text{ V}, I_{max} = 75\text{ mA}$
Sensor	Soil meter (3 in 1)	$V_{cc} = 5\text{ V}$
Relay Module $\times 8$	1 Channel	$V_{cc} = 5\text{ V}$
Solenoid valve	Plastic 1/4	$V_{cc} = 12 - 24\text{ V}$
Architecture	Watering system	

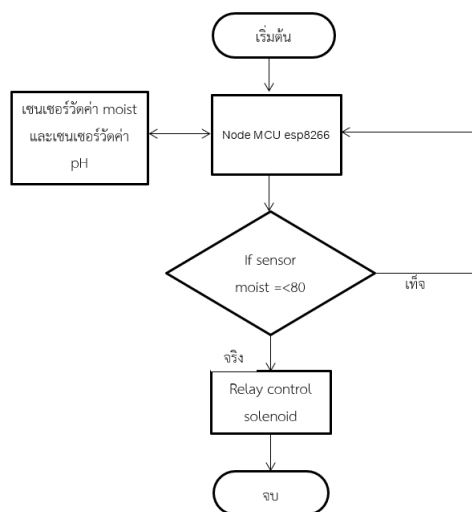
3. การดำเนินการ

ระบบที่นำเสนอสามารถแบ่งการดำเนินการออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนควบคุมและแอปพลิเคชันที่ติดตั้งบนสมาร์ทโฟน ส่วนควบคุมประกอบด้วย node MCU ESP8266 และบอร์ดรีเลย์ โดย node MCU ESP8266 ถูกต่อกับเซนเซอร์วัดค่าความชื้น และ pH ของดิน ขณะที่บอร์ดรีเลย์ถูกเชื่อมกับโซลินอยด์ วาล์ว และปั้มน้ำ สำหรับการศึกษานี้ ไอโอทีที่ถูกประยุกต์ใช้งานเพื่อรับค่าจากเซนเซอร์ และควบคุมสวิทช์เปิด-ปิดหัวฉีดน้ำแบบอัตโนมัติ (water sprinklers) และโซลินอยด์ วาล์ว เพื่อควบคุมการไหลของน้ำในระบบเพาะเลี้ยงไส้เดือนดินแสดงดังภาพที่ 4 โดยมีเงื่อนไขการตัดสินใจสำหรับระบบให้น้ำ ถ้าค่าความชื้นน้อยกว่า 80 จะมีการแจ้งเตือนเกิดขึ้นให้รดน้ำ และรีเลย์จะถูกสั่งให้ทำงานเพื่อเปิดวาล์วน้ำ จนกระทั่งค่าความชื้นมากกว่า 80 รีเลย์จะหยุดทำงาน วาล์วน้ำจะถูกปิด

ในส่วนของแอปพลิเคชันที่ติดตั้งบนสมาร์ทโฟนถูกดำเนินการเพื่อที่จะอินเตอร์เฟซกับผู้ใช้งานระบบ ซึ่งสามารถแสดงค่าความชื้นและ pH ของดินที่วัดได้บนแอปพลิเคชันนอกจากนี้ยังสามารถควบคุมการทำงานของระบบได้ โดยปรับโหมดการทำงานของระบบเป็นแบบอัตโนมัติหรือแบบควบคุมด้วยมือ ในส่วนของโหมดอัตโนมัติถูกเปิดใช้เมื่ออุปกรณ์ไอโอทีที่ตรวจจับค่ากำหนดของเซนเซอร์โดยไม่มีการป้อนข้อมูลจากผู้ใช้งาน ในเทอมของแบบควบคุมด้วยมือผู้ใช้สามารถควบคุม



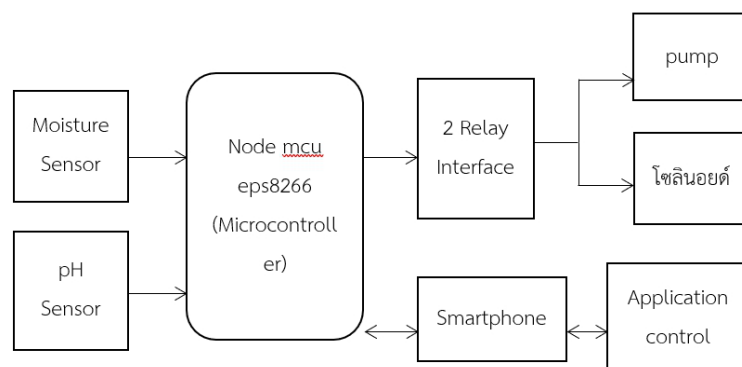
สวิตช์เปิด-ปิดน้ำผ่านแอปพลิเคชันบนสมาร์ทโฟนภาพที่ 6 แสดงตัวอย่างของแอปพลิเคชันที่ติดตั้งบนสมาร์ทโฟน ฟังก์ชันหลักของแอปพลิเคชันคือแสดงค่าความชื้น และ pH ของดินที่วัดได้ และการควบคุมการเปิด-ปิด โซลินอยด์วาล์ว ทั้ง 4 ตัว แบบควบคุมด้วยตนเอง



ภาพที่ 4 แสดงการทำงานของระบบควบคุมความชื้น ในการเพาะเลี้ยงไส้เดือน

ผลการวิจัย

ระบบที่นำเสนอสามารถใช้อุปกรณ์ไอโอทีเพื่อเก็บข้อมูลของค่าความชื้น และ pH ของดินจาก soil meter (3 in 1) และแสดงผลบนสมาร์ทโฟนของเกษตรกรได้ โดยผู้ใช้สามารถควบคุมการเปิด-ปิดน้ำแบบอัตโนมัติหรือแบบควบคุมด้วยตนเอง โดยแสดงแผนผังการรับค่าและการควบคุมอุปกรณ์ดังภาพที่ 5 โดยผลการทดลองได้แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ผลที่ได้จากต้นแบบของระบบควบคุมสภาพแวดล้อมการเพาะเลี้ยงไส้เดือนดินและผลจากการนำไปทดสอบกับพื้นที่จริง



ภาพที่ 5 การเชื่อมต่อในการทำงานของส่วนต่าง ๆ ของระบบ



1. ต้นแบบของระบบควบคุมสภาพแวดล้อมสำหรับการเพาะเลี้ยงไส้เดือนดินอุทกวิเคราะห์ผลซึ่งประกอบด้วย 2 เรื่องหลักมีรายละเอียดดังนี้

การทดลองนี้จะทำการทดสอบเซนเซอร์โดยเปรียบเทียบค่าความชื้นและ pH ของดินที่อ่านได้จากมิเตอร์ และที่อ่านจากโปรแกรมประยุกต์ blynk โดยทั่วไปค่า pH ของดินที่เหมาะสมในการเลี้ยงไส้เดือนและได้คุณภาพปุ๋ยดีที่สุดอยู่ที่ประมาณ 7.5 ถือว่ามีสภาพเป็นกลาง แต่ถ้าค่า pH ต่ำหรือประมาณ 5 ดินจะมีสภาพเป็นกรด และถ้า pH สูงหรือประมาณ 8.2 ดินจะมีสภาพเป็นเบส ซึ่งไม่เหมาะกับการเลี้ยงไส้เดือนดิน ส่วนค่าความชื้นของดินที่เหมาะสมกับการเลี้ยงไส้เดือนดินจะอยู่ในช่วง 30-70 ถ้าค่าความชื้นของดินต่ำหรือประมาณ 30 สถานะของปุ๋ยจะแห้งและจะทำให้ไส้เดือนดินขาดน้ำ หากความชื้นของดินสูงหรือประมาณ 80 สถานะของปุ๋ยจะชื้นเนื่องจากมีน้ำมากเกินไปและอาจทำให้คุณภาพของปุ๋ยเสียได้

จากการทดลองอ่านค่า pH และค่าความชื้นของดินจำนวน 5 วัน คือวันที่ 1, 3, 6, 9, และ 12 มิ.ย. 2562 ณ เวลา 16.00 น. ของทั้งวิธีเลี้ยงแบบเดิมและระบบที่นำเสนอ แสดงดัง ตารางที่ 2 และ 3 พบว่าค่าความชื้นและ pH ของดินที่อ่านได้จากแอปพลิเคชัน Blynk มีค่าใกล้เคียงกับที่อ่านได้จากมิเตอร์ โดยมีค่าผิดพลาดประมาณ 0.6-0.7 เปอร์เซ็นต์ ทั้งช่วงก่อนรดน้ำและหลังรดน้ำ

เหตุผลการใช้ Blynk ในการเก็บค่าและทดลองงานวิจัย เนื่องจาก Blynk เป็นแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อให้ใช้งานได้ง่ายทั้งผู้ใช้และผู้พัฒนา และสามารถใช้งานได้ฟรี อีกทั้งยังเป็นแอปพลิเคชันที่สามารถใช้งานบน Platform ios และ android

1.1 ทดสอบการใช้งานเซนเซอร์ระหว่างการอ่านค่าจากมิเตอร์และค่าที่แสดงบนแอปพลิเคชัน

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบการวัดค่าความชื้น ระหว่างมิเตอร์ เทียบกับ ค่าที่อ่านจาก แอปพลิเคชันบนมือถือ

ลำดับ	ค่าความชื้น			
	ก่อนให้ความชื้น		หลังให้ความชื้น	
	มิเตอร์ปกติ	แอปพลิเคชัน	มิเตอร์ปกติ	แอปพลิเคชัน
1	83.25	84.24	89.00	90.06
2	74.75	75.05	80.13	81.04
3	67.75	67.83	75.58	75.73
4	64.45	64.80	72.00	72.41
5	58.50	58.88	70.50	70.68
Mean	69.74	70.16	77.44	77.98
% error	0.60		0.70	



ภาพที่ 6 แอปพลิเคชันในการใช้งานบนมือถือ

1.2 การเจริญเติบโตของไส้เดือนดินของการเลี้ยงแบบเดิมและแบบที่นำเสนอ กำหนดระยะเวลาของการเก็บข้อมูล 15 วัน และทำการสุ่มวัดไส้เดือนจำนวน 20 ตัวมาชั่งน้ำหนัก เพียง 5 ครั้ง จากผลการทดลองพบว่าการเจริญเติบโตของไส้เดือนดินของการเลี้ยงแบบระบบที่นำเสนอดีกว่าแบบเดิมแสดงดัง ตารางที่ 4 โดยน้ำหนักของไส้เดือนดินจากระบบที่นำเสนอเพิ่มขึ้นครั้งละ 3 จีด ขณะที่น้ำหนักของระบบเดิมเพิ่มขึ้นครั้งละจีด การวัดครั้งที่ 5 แสดงดังภาพที่ 7

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบการวัดค่า pH ระหว่างมิเตอร์ เทียบกับ ค่าที่อ่านจาก แอปพลิเคชันบนมือถือ

ลำดับ	ค่า pH			
	ก่อนให้ความชื้น		หลังให้ความชื้น	
	มิเตอร์ปกติ	แอปพลิเคชัน	มิเตอร์ปกติ	แอปพลิเคชัน
1	7.18	7.26	7.23	7.26
2	7.38	7.42	7.40	7.45
3	7.43	7.48	7.50	7.50
4	7.38	7.39	7.38	7.39
5	7.38	7.42	7.25	7.38
Mean	7.35	7.39	7.35	7.39
% error		0.65		0.60



1.3 ลักษณะปุ๋ยของวิธีการเลี้ยงแบบเดิมและแบบที่นำเสนอ จากภาพที่ 8 พบว่าลักษณะปุ๋ยของวิธีการเลี้ยงแบบเดิมมีความชื้นค่อนข้างสูงและมีคดแฉงทำรัง เนื่องจากพื้นที่ในการเลี้ยงควรวางในที่โล่งเพื่อให้สะดวกต่อการรดน้ำ นอกจากนี้ในการรดน้ำแต่ละครั้งจำเป็นต้องใช้น้ำปริมาณมากและเป็นเวลาานพอสมควร ในส่วนของการเลี้ยงด้วยวิธีที่นำเสนอจะสังเกตได้ว่าลักษณะปุ๋ยค่อนข้างมีคุณภาพโดยมีค่าความชื้นที่เหมาะสม ส่งผลให้ไส้เดือนดินเติบโตดีขึ้นดังแสดงใน ตารางที่ 4 ผลที่ตามมาคือปริมาณปุ๋ยไส้เดือนเพิ่มขึ้น นอกจากนี้การเลี้ยงไส้เดือนดินแบบระบบที่นำเสนอสามารถเลี้ยงในพื้นที่ปิดทำให้สามารถเลี้ยงในที่ที่ปลอดภัยของไส้เดือนดิน และป้องกันสภาพอากาศที่เลวร้ายได้ระดับหนึ่งส่งผลให้คุณภาพของปุ๋ยคงที่และมีประสิทธิภาพสูงสุด

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบน้ำหนักไส้เดือน ระหว่างการเลี้ยงแบบเดิม กับการใช้ระบบ

ลำดับ	Original (gram)	Proposed system (gram)
1	15	15
2	16	18
3	17	21
4	18	25
5	19	27

2. พื้นที่ทดสอบสถานการณ์จริงของการติดตั้งอุปกรณ์ของระบบชุดควบคุมการเลี้ยงไส้เดือน โดยการเก็บผลในการเลี้ยงไส้เดือนดินของกลุ่มเกษตรกร อ.ยี่งอ จ.นราธิวาส จำนวน 12 บ่อ ดังภาพที่ 9 จากการทดลองพบว่าระบบที่นำเสนอสามารถช่วยลดปริมาณการใช้น้ำจากการเลี้ยงแบบเดิมซึ่งใช้น้ำ 500 มิลลิลิตรต่อหนึ่งบ่อ เหลือเพียง 125 มิลลิลิตรต่อหนึ่งบ่อ คิดเป็น 75 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณน้ำที่ใช้เลี้ยงแบบเดิม นอกจากนี้ยังสามารถลดภาระในการทำงานของเกษตรกร จากเดิมใช้ผู้ดูแล 2 คน เหลือเพียง 1 คนด้วยระบบที่นำเสนอ และมีการเติบโตที่ดีขึ้นของไส้เดือนดิน คิดเป็น 30 เปอร์เซ็นต์ ของการเลี้ยงแบบเดิม



(a)



(b)

ภาพที่ 7 ตัวอย่างน้ำหนักของเลี้ยงไส้เดือนในการเลี้ยงแบบเดิม (a) และการเลี้ยงโดยมีระบบควบคุม (b)



ภาพที่ 8 ผลผลิต (ปุ๋ยไส้เดือน) ที่ได้จากการทดลองเลี้ยงระหว่างการเลี้ยงแบบเดิม (a) และแบบใช้ระบบควบคุม (b)



ภาพที่ 9 โครงสร้างการติดตั้งอุปกรณ์ในการใช้จริง

อภิปรายผล

ระบบที่นำเสนอสามารถใช้อุปกรณ์ไอโอทีเพื่อรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความชื้นและค่า pH ของดินจากเซนเซอร์ soil meter. ข้อมูลนี้สามารถแสดงบนสมาร์ตโฟนของผู้เพาะเลี้ยงไส้เดือนดินและถูกใช้เพื่อควบคุมการเปิด/ปิดการรดน้ำแบบอัตโนมัติ นอกจากนี้ผู้เพาะเลี้ยงไส้เดือนดินสามารถเปิด/ปิดการรดน้ำแบบควบคุมด้วยมือ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพของเซนเซอร์มีค่าใกล้เคียงกับเครื่องวัดเนื่องจากค่าที่อ่านได้จากแอปพลิเคชันเทียบเท่ากับค่าที่อ่านได้จากมิเตอร์ทั้งค่าความชื้นและค่า pH ของดิน นอกจากนี้ยังพบว่าไส้เดือนดินเจริญเติบโตได้ดีกว่าเมื่อเลี้ยงด้วยระบบที่นำเสนอส่งผลต่อปริมาณของปุ๋ยซึ่งมีจำนวนเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับการเลี้ยงแบบเดิม ในแง่ของลักษณะปุ๋ยทางกายภาพพบว่าดินที่เลี้ยงแบบเดิมมีความชื้นค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับการเลี้ยงด้วยวิธีที่นำเสนอส่งผลต่อคุณภาพของดิน เนื่องจากถ้าค่าความชื้นสูงหรือประมาณ 80 สถานะของปุ๋ยจะมีน้ำมากเกินไปและอาจทำให้คุณภาพของปุ๋ยเสียได้ สำหรับการทดสอบการใช้งานจริง ณ Hum Organic ฟาร์ม อำเภอยี่งอ จังหวัดนราธิวาส ประเทศไทย พบว่าสามารถลดต้นทุนการผลิตได้ทั้งในเรื่องของปริมาณน้ำและจำนวนคนดูแลที่ลดลง นอกจากนี้ยังเพิ่มความสะดวกสบายในการจัดการฟาร์มไส้เดือนดินอีกด้วย ดังนั้นการนำ



เทคโนโลยีด้านไอโอที่มาประยุกต์ใช้งานจึงเป็นผลดีกับการผลิตปุ๋ยมูลไส้เดือนดินโดยสามารถรักษาคุณภาพของปุ๋ย เพิ่มปริมาณของปุ๋ยและลดค่าใช้จ่ายในการดูแลอีกด้วย

สรุป

ไอโอที่ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในงานอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านเกษตรกรรมเพื่อพัฒนาผลผลิต เพิ่มคุณภาพของผลผลิตและลดต้นทุนการผลิต ดังนั้นงานวิจัยนี้นำเสนอการประยุกต์ใช้อุปกรณ์ไอโอเพื่อควบคุมสภาพแวดล้อมในการเจริญเติบโตในการเพาะเลี้ยงไส้เดือนดิน ระบบถูกแบ่งเป็น 2 ส่วนหลักคือฮาร์ดแวร์และแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟน ในส่วนของฮาร์ดแวร์ถูกออกแบบและดำเนินการภายในกล่องควบคุม โดย NodeMCU EPS8266 มีหน้าที่รับค่าจากเซนเซอร์คือค่าความชื้นและ pH ของดิน และควบคุมการทำงานของรีเลย์เพื่อใช้เปิด-ปิดวาล์วน้ำ สำหรับส่วนของแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟนที่เรียกว่า Blynk ถูกออกแบบเพื่อติดต่อและรับข้อมูลไอโอที่จาก NodeMCU EPS8266 นอกจากนี้ผู้ใช้สามารถควบคุมการให้น้ำผ่านสมาร์ตโฟนทั้งแบบอัตโนมัติและแบบควบคุมด้วยมือ สุดท้ายระบบที่พัฒนาถูกติดตั้งเพื่อทดสอบการใช้งานจริง ณ ฟาร์มไส้เดือนดิน อำเภอยิ่งอ จังหวัดนราธิวาส ประเทศไทย ผลการวิจัยพบว่าระบบควบคุมสภาพแวดล้อมสำหรับการเพาะเลี้ยงไส้เดือนดินมีประโยชน์อย่างเห็นได้ชัด ทั้งในด้านคุณภาพของปุ๋ย โดยมีการเจริญเติบโตของไส้เดือนดินโดยเฉลี่ยมีการเติบโตดีขึ้นร้อยละ 30 รวมถึงการลดต้นทุนการผลิตและสามารถเพิ่มปริมาณปุ๋ยต่อหนึ่งหน่วยการผลิต ซึ่งมีอัตราการใช้น้ำในการดูแลลดลงร้อยละ 70 ของปริมาณน้ำที่ใช้เลี้ยงแบบเดิม และมีปริมาณของปุ๋ยต่อหน่วยการผลิตเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 30 สำหรับงานวิจัยในอนาคตผู้วิจัยอาจจะติดตั้งกล้องเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบในการติดตามการมองเห็นภาพแบบเวลาจริง

ข้อเสนอแนะ

1. เพิ่มฟังก์ชันการติดตามการมองเห็นภาพแบบเรียลไทม์ โดยการนำกล้องวีดีโอมาประยุกต์ใช้กับระบบ
2. ติดตั้งเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและตัวปรับอุณหภูมิ เพื่อเพิ่มความสามารถในการควบคุมความชื้นให้มีแม่นยำมากยิ่งขึ้น
3. ควรมีการเก็บรวบรวมข้อเสนอแนะจากเกษตรกรที่ได้ทดลองใช้งานจริงของระบบที่นำเสนอ เช่น ข้อเสนอแนะที่เกี่ยวกับความยากง่ายในการติดตั้ง ความสะดวกในการใช้งาน การดูแลรักษา



กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจาก คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์

รายการอ้างอิง (References)

- Amnat, C. (2017). *A guide to disseminating and publicizing earthworm farming for Dispose of organic waste in the household*. Ministry of Natural Resources and Environment. (in Thai).
- Boonchamni, C., & Iwai, C.B. (2019). *Evaluation of yield and growth of microgreen under different growing media*. In: Proceedings of the 6th National Soil and Fertilizer Conference (NSFC 2019), 3-5 July 2019. Nakhon Pathom. (in Thai).
- Champar-ngam, N. (2017). Vermicompost Technology for Sustainable Agriculture. *Eau Heritage Journal Science and Technology*, 11(2), 70-81.
- Elijah, O. (2018). An Overview of Internet of Things (IoT) and Data Analytics in Agriculture: Benefits and Challenges. *IEEE Internet of Things Journal*, 5(5), 3758-3773.
- Hashim, N. (2015). Agriculture monitoring system: a study. *Journal Teknologi*, 77, 53-59.
- Jai-aree, A. (2018). Guidelines to promote organic agriculture to food security and safety for community: reflection from the operating sector. *Silpakorn University Journal*, 38(5), 1-17.
- Maejo University Phrae Campus. (2015). *Science and technology village*. Composting village.
- Muangprathub, J. (2019). IoT and agriculture data analysis for smart farm. *Computers and Electronics in Agriculture*, 156, 467-474.
- Piyanusorn, P., & Sutajaidee, W.A. (2012) *Study of Farming Earthworms commercial with Organic Waste*. Suan Sunandha Rajabhat University. (in Thai).
- Tancho, A. (2005). *Earthworm manure production techniques*. National Science and Technology Development Agency.