

ระบบควบคุมโรงเรือนและการให้น้ำแปลงหญ้าอัจฉริยะสำหรับฟาร์มโคเนื้อ

The Smart Control System of Cattle Barn and Grass Irrigation for Beef Cattle Farm

วาสนา วงศ์ษา¹ และ ศรีญญา ตรีทศ^{2*}
Wassana Wongsas¹ & Saranya Tritose^{2*}

¹สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

²สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

¹Computer Engineering, Faculty of Agricultural Technology and Industrial Technology,
Phetchabun Rajabhat University

²Information Technology, Faculty of Science and Technology, Phetchabun Rajabhat University

Submitted 03/10/2022 ; Revised 17/11/2022 ; Accepted 24/12/2022

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบควบคุมโรงเรือนและการให้น้ำแปลงหญ้าอัจฉริยะสำหรับฟาร์มโคเนื้อและทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบ ผู้วิจัยได้พัฒนาโปรแกรมประยุกต์แอนดรอยด์สำหรับส่งงานชุดอุปกรณ์ผ่านสมาร์ทโฟน การออกแบบระบบแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ 1) ระบบควบคุมโรงเรือนโคเนื้อประกอบด้วย NodeMCU esp8266 เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์รุ่น AM2302 วัดค่าและส่งข้อมูลไปยังคลาวด์เซิร์ฟเวอร์เพื่อแสดงกราฟแบบเรียลไทม์ผ่านเครือข่ายไร้สาย 4G และควบคุมการทำงานของเครื่องฟั่นละอองหมอกและพัดลมเพื่อช่วยลดอุณหภูมิภายในโรงเรือน และ 2) ระบบควบคุมการให้น้ำแปลงปลูกหญ้าเนเปียร์แคระโดยใช้เซ็นเซอร์วัดความชื้นในดินรุ่น X-SM01 อ่านข้อมูลไปประมวลผลด้วย NodeMCU esp8266 เพื่อควบคุมรีเลย์สั่งงานเปิด ปิดปั๊มน้ำและโซลินอยด์วาล์ว โดยทดสอบประสิทธิภาพในโรงเรือนของวิสาหกิจชุมชนผู้เลี้ยงโคเนื้อตำบลนายม จังหวัดเพชรบูรณ์ พบว่าสามารถบันทึกข้อมูลสถิติอุณหภูมิและความชื้นได้แบบอัตโนมัติ เมื่อทดสอบทำการฟั่นละอองหมอกเป็นเวลา 3 นาที ค่าอุณหภูมิโรงเรือนลดลงเฉลี่ย 0.39 °C และความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 2.47 %RH ระบบควบคุมการให้น้ำแปลงหญ้าอัตโนมัติสามารถทำงานได้ถูกต้องทุกโหมดควบคุม สามารถส่งข้อความแจ้งเตือนสถานะการทำงานไปยังโปรแกรมประยุกต์ไลน์ของผู้ใช้งานได้

คำสำคัญ: ไมโครคอนโทรลเลอร์ แอปพลิเคชันแอนดรอยด์ ระบบควบคุมโรงเรือนโคเนื้ออัตโนมัติ

*ผู้ประสานงานหลัก (Corresponding Author)

E-mail: Saranya.w@pcru.ac.th

Abstract

The objective of this research is to develop the smart control system of cattle barn and grass irrigation for beef cattle farm and evaluate the system's operational efficiency. The authors have developed an Android application for controlling cattle barn and grass irrigation to operate the kits through smartphones. The design of the control circuit is divided into two parts: The cattle barn control circuit consists of a NodeMCU ESP8266 connected to a temperature and humidity sensor that measures and transmits data to the cloud server to display real-time graphs over a 4G wireless internet network, and controls spraying and a fan for reduce temperature in the cattle barn. Part 2: The Napier grass irrigation control circuit uses the NodeMCU esp8266, the soil moisture sensor X-SM01 connects the relay to activate the pump and solenoid valve. The system was set up for testing in the cattle barns of Community Enterprises of Nayom Subdistrict Beef Cattle Breeders, Phetchabun. It can automatically record temperature and humidity statistics. It was found that when the automatic fogging test was conducted for 3 minutes, the temperature in the cattle barn decreased by an average of 0.39 °C and the humidity increased by an average of 2.47 %RH. The automatic grass irrigation control system can operate correctly in all control modes. Messages about the system status can be sent to the application LINE.

Keywords: microcontroller, Android application, automatic beef cattle control system

บทนำ

สภาพภูมิอากาศที่มีการเปลี่ยนแปลงนั้นได้ส่งผลกระทบต่อประเทศไทยทั้งการเกษตรกรรม ระบบนิเวศ ด้านทรัพยากร และด้านปศุสัตว์ โดยเฉพาะการเลี้ยงโคเนื้อในฤดูร้อนนั้นส่งผลโดยตรงต่อสภาวะความเครียดของโคเนื้อในฟาร์ม จากการอาศัยในโรงเรือนที่สภาพอากาศร้อนทำให้โคเนื้อที่มีอุณหภูมิของร่างกายสูงขึ้นจนสูญเสียสมดุล [1] ซึ่งอาจส่งผลต่อการเจริญเติบโตของโคเนื้อได้ ปัจจุบันเกษตรกรที่เลี้ยงโคเนื้อในจังหวัดเพชรบูรณ์ได้ประสบปัญหาด้านความร้อนในโรงเรือนโดยเกษตรกรวิสาหกิจชุมชนผู้เลี้ยงโคเนื้อ ตำบลนายนม จังหวัดเพชรบูรณ์ ได้ทำการปรับปรุงโรงเรือนยกหลังคาสองชั้นแต่ยังประสบปัญหาอุณหภูมิในโรงเรือนที่สูงขึ้นมากในช่วงฤดูร้อน ส่งผลให้โคกินอาหารได้น้อยลงและชะลอการเจริญเติบโต ในการพัฒนาระบบควบคุมอัตโนมัติในโรงเรือนปศุสัตว์ [2] ได้กล่าวถึงวิธีหนึ่งในการแก้ไขปัญหาระยะสั้นในสภาพโรงเรือนเดิมของเกษตรกรสามารถทำได้โดยการปรับปรุงสภาพแวดล้อมให้เข้ากับตัวโคเนื้อโดยการใช้พัดลม เครื่องพ่นละอองน้ำ หรือใช้สายยางฉีดพ่นน้ำในช่วงที่อากาศร้อน โดยมีเป้าหมายเพื่อลดระดับอุณหภูมิแวดล้อมและบรรเทาปัจจัยที่อาจส่งผลกระทบต่อให้เกิดสภาวะเครียดจากความร้อน เมื่อมีค่าระดับความเครียดของโคภายใต้การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (THI) 72 ขึ้นไป [3] การศึกษาเกี่ยวกับการลดความร้อนด้วยการทำงานของระบบการพ่นละอองน้ำขนาดเล็กร่วมกับพัดลม (fogging and fan) ในการลดผลกระทบจากสภาวะเครียดของสัตว์ในช่วงฤดูร้อนโดย Boonsanit et al. (2011) [4] พบว่าสามารถลดอุณหภูมิของสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนได้และระดับของ THI ลงได้เมื่อเทียบกับโรงเรือนที่ไม่ได้ใช้ และจากงานวิจัยของนภาพร และคณะ [5] ได้สรุปปัญหาและอุปสรรคของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อทั้งการเลี้ยงแบบเชิงคอกที่มีต้นทุนอาหารชั้นราคาแพง และพืชอาหารสัตว์ไม่เพียงพอ ส่วนในโคเนื้อแบบปล่อยฝูงคือแหล่งหญ้าธรรมชาติมีจำกัด และขาดแคลนแหล่งน้ำในฤดูแล้ง จึงควรมีการบริหารจัดการระบบให้น้ำแปลงหญ้าเลี้ยงสัตว์อย่างเหมาะสมเพื่อให้สามารถผลิตหญ้าเนเปียร์และพืชอาหารสัตว์คุณภาพดีมีโปรตีนสูงสำหรับเลี้ยงโคเนื้อและช่วยเกษตรกรในการลดต้นทุนด้านอาหารสัตว์ได้ [6]

ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาและนำนวัตกรรมด้านอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะเข้ามาควบคุมการทำงานได้แบบอัตโนมัติในบริเวณโรงเรือนเลี้ยงโคเนื้อ รวมถึงควบคุมการให้น้ำบริเวณแปลงหญ้าอาหารสัตว์ โดยพัฒนาระบบควบคุมโรงเรือนและการให้น้ำแปลงหญ้าอัจฉริยะสำหรับฟาร์มโคเนื้อซึ่งประกอบด้วย เซ็นเซอร์ตรวจวัดความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ อุปกรณ์ควบคุมชุดพ่นละอองหมอกและพัดลมเพื่อช่วยลดความร้อนของโรงเรือน ส่วนของชุดควบคุมการให้น้ำแปลงหญ้าเนเปียร์ใช้เซ็นเซอร์วัดความชื้นในดินรุ่น X-SM01 อ่านข้อมูลไปประมวลผลด้วย NodeMCU esp8266 และพัฒนาโปรแกรมประยุกต์แอนดรอยด์เป็นส่วนติดต่อผู้ใช้งานสำหรับควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ผ่านสมาร์ตโฟน ระบบที่สร้างขึ้นนี้จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อช่วยลดอุณหภูมิภายในบริเวณโรงเรือน มีการจัดการระบบให้น้ำแปลงหญ้าอาหารสัตว์ การใช้เทคโนโลยีระบบอัตโนมัติในฟาร์มโคเนื้อนี้สามารถลดปัญหาเรื่องการขาดแคลนแรงงาน ช่วยอำนวยความสะดวกและลดเวลาการทำงานของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อได้

วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาระบบควบคุมโรงเรือนและการให้น้ำแปลงหญ้าอัจฉริยะสำหรับฟาร์มโคเนื้อและทดสอบประสิทธิภาพของระบบควบคุมโรงเรือนและการให้น้ำแปลงหญ้าอัจฉริยะสำหรับฟาร์มโคเนื้อ

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูล ลงพื้นที่ และสัมภาษณ์เพื่อระบุความต้องการของระบบดังนี้ เกษตรกรผู้ใช้งานมีความต้องการลดสภาวะความร้อนภายในโรงเรือนโคนเนื้อแบบเดิมที่มีอยู่ด้วยการติดตั้งระบบพ่นละอองหมอกได้หลังคาโรงเรือนและการควบคุมในการรดน้ำแปลงหญ้าพืชอาหารสัตว์ที่สามารถทำงานได้แบบอัตโนมัติ

2. การวิเคราะห์ความต้องการของระบบ

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์และกำหนดความต้องการ โดยระบุขอบเขตของการพัฒนาระบบดังนี้

2.1 สามารถแสดงผลค่าอุณหภูมิ ความชื้นในอากาศ และสามารถควบคุมการเปิด-ปิดการทำงานของชุดอุปกรณ์ระบบควบคุมโรงเรือนเลี้ยงโคนเนื้อ ได้แก่ บั้มพ่นหมอก และพัดลมในโรงเรือน

2.2 สามารถแสดงผลค่าความชื้นในดิน และสามารถควบคุมการเปิด-ปิดการทำงานของชุดอุปกรณ์ระบบควบคุมการให้น้ำแปลงหญ้าเนเปียร์แคะซึ่งประกอบด้วย โซลินอยด์วาล์วที่เชื่อมต่อถังปั้มน้ำกับระบบให้น้ำน้อยโดยให้น้ำผ่านท่อจ่ายหยด หรือ มินิสปริงเกลอร์

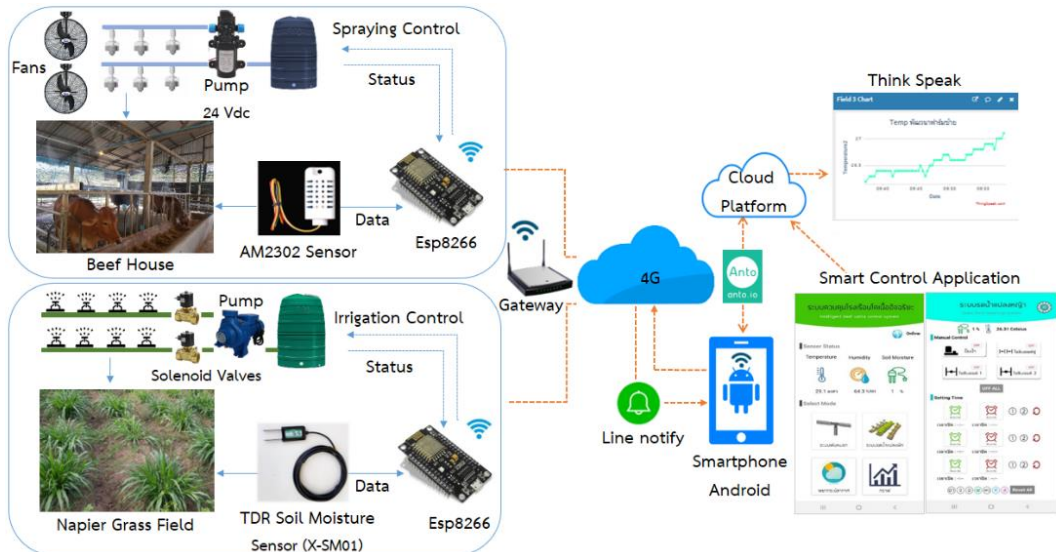
2.3 สามารถควบคุมการทำงานผ่านโปรแกรมประยุกต์แอนดรอยด์แบบควบคุมด้วยมือและแบบอัตโนมัติ

3. การออกแบบระบบ

3.1 ระบบควบคุมโรงเรือนโคนเนื้อ ประกอบด้วย NodeMCU esp8266 เชื่อมต่อกับโมดูลวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์รุ่น AM2302 ในการวัดค่าและส่งข้อมูลไปยังเซิร์ฟเวอร์ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายเคลื่อนที่ (4G) เพื่อส่งงานรีเลย์ซึ่งต่อไปยังพัดลมและบั้มพ่นหมอกซึ่งเป็นปั้มน้ำขนาด 24 V_{DC} แรงดัน 9 บาร์ต่อเข้ากับชุดหัวพ่นหมอกขนาด 0.6 มิลลิเมตร ระยะห่างระหว่างหัวพ่นหมอก 1 เมตร ที่บริเวณหลักคานใต้หลังคาโรงเรือนสูงจากพื้นประมาณ 3 เมตร โดยทำการติดตั้งเซ็นเซอร์ AM2302 ทั้งบริเวณภายในและภายนอกบริเวณพ่นหมอก ส่งบันทึกข้อมูลไปยังคลาวด์เซิร์ฟเวอร์ของ Think speak เพื่อแสดงกราฟแบบเรียลไทม์ ส่วนนี้มีการทำงาน 3 โหมด คือ โหมด 1 การควบคุมด้วยมือ โดยการสั่งเปิด-ปิดบั้มพ่นหมอกและพัดลมที่ติดตั้งบริเวณโรงเรือนผ่านการกดปุ่ม On-Off แบบ Toggle Button โหมด 2 การควบคุมแบบตั้งเวลา โดยผู้ใช้งานกำหนดเวลาเพื่อตั้งเวลาสำหรับเปิด-ปิดการทำงานของระบบสามารถตั้งค่าได้ 5 ชุดของช่วงเวลาและการตั้งเวลาอย่างง่ายแบบ 5, 10, 15 และ 20 นาที เมื่อครบเวลาพัดลมจะทำงานต่ออีกเป็นเวลา 10 นาที และ โหมด 3 การควบคุมแบบตั้งค่าอุณหภูมิ โดยให้ผู้ใช้งานกำหนดตั้งค่าอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด และมีปุ่ม Reset เพื่อยกเลิกการตั้งค่าในทุกโหมดการทำงาน

3.2 ระบบควบคุมการให้น้ำแปลงหญ้าเนเปียร์แคะ ประกอบด้วย NodeMCU esp8266 เชื่อมต่อกับโมดูลวัดความชื้นในดิน (TDR soil moisture sensors) รุ่น X-SM01 เชื่อมต่อไปยังรีเลย์เพื่อสั่งงานเปิดปิดปั้มน้ำและโซลินอยด์วาล์วมีการทำงาน 3 โหมด คือ โหมด 1 ระบบแบบควบคุมด้วยมือ โดยการสั่งเปิดหรือปิดปั้มน้ำ และโซลินอยด์วาล์วจำนวน 2 โซน ผ่านการกดปุ่ม On-Off แบบ Toggle Button เพื่อทำการเปิด-ปิดการทำงานของปั้มน้ำและโซลินอยด์วาล์ว โหมด 2 ควบคุมระบบแบบตั้งเวลา โดยให้ผู้ใช้งานตั้งค่าช่วงเวลาเพื่อกำหนดเวลาสำหรับเปิด-ปิดการทำงานของระบบสามารถระบุได้ 3 ช่วงเวลา โดยสั่งงานควบคุมโซลินอยด์วาล์วได้จำนวน 2 โซน และมีปุ่มรีเซ็ตสำหรับยกเลิกการตั้งเวลาทำงาน และการตั้งค่าการทำงานแบบทำซ้ำให้ผู้ใช้งานกำหนดตามแต่ละวันในสัปดาห์ โดยสามารถระบุวันทำงานได้ตั้งแต่วันจันทร์ ถึง วันอาทิตย์ และปุ่ม Reset All เพื่อยกเลิกการตั้งเวลาทำงานของระบบน้ำทั้งหมด และโหมด 3 ควบคุมแบบตั้งค่าความชื้นในดิน โดยผู้ใช้งาน

การตั้งค่าความชื้นในดินสูงสุด (max) และต่ำสุด (min) เมื่อผู้ใช้งานบันทึกการตั้งค่าเรียบร้อยแล้ว ป้อนน้ำและโซลินอยด์วาล์วจะทำงานตามที่ทำการตั้งค่าไว้ (ภาพที่ 1)

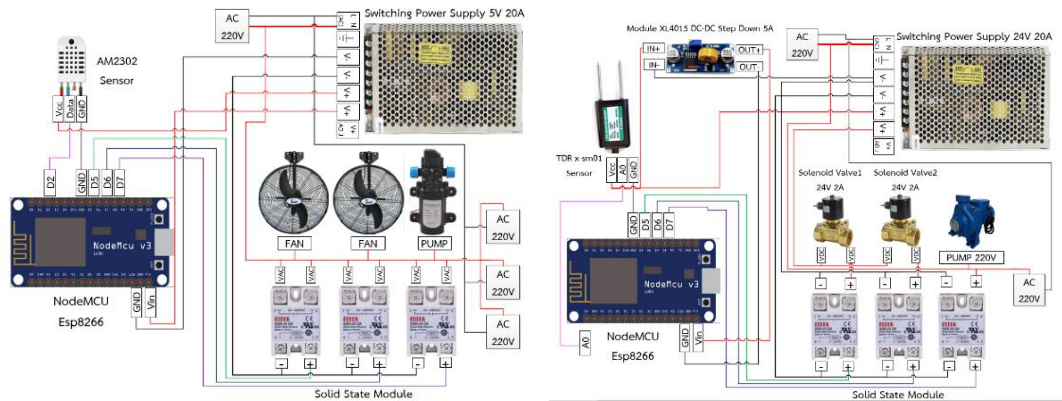


ภาพที่ 1 การออกแบบระบบควบคุมโรงเรือนและการให้น้ำแปลงหญ้าอัจฉริยะสำหรับฟาร์มโคนม

3.3 การออกแบบวงจรการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ของระบบ

วงจรระบบควบคุมโรงเรือนเลี้ยงโคนมประกอบด้วยบอร์ด NodeMCU esp8266 เซ็นเซอร์ AM2302 ป้อนน้ำกระแสตรงขนาด 24 V_{DC} แรงดัน 9 บาร์ ทำหน้าที่ในการผลิตละอองหมอกสำหรับเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศและลดอุณหภูมิบริเวณโรงเรือน และพัดลม ต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟขนาด 5 โวลต์ 20 แอมป์ ทำหน้าที่จ่ายกระแสไฟให้ชุดอุปกรณ์

วงจรระบบควบคุมการให้น้ำแปลงหญ้าเนเปียร์ประกอบด้วยบอร์ด NodeMCU esp8266 โมดูลวัดความชื้นในดิน (TDR soil moisture sensors) เชื่อมต่อไปยังรีเลย์เพื่อสั่งงานเปิดปิดปั๊มน้ำที่ใช้ทดลองเป็นปั๊มน้ำขนาด 370 วัตต์ แรงดันไฟฟ้า 220 V_{AC} ทำหน้าที่ในการดูดน้ำจากถังพักน้ำเพื่อส่งเข้าสู่ระบบท่อน้ำหยด และโซลินอยด์วาล์วขนาด 24 V_{DC} ทำหน้าที่เป็นวาล์วไฟฟ้าต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟ เพื่อจ่ายกระแสไฟให้ชุดอุปกรณ์ การออกแบบวงจรแสดงดังภาพที่ 2

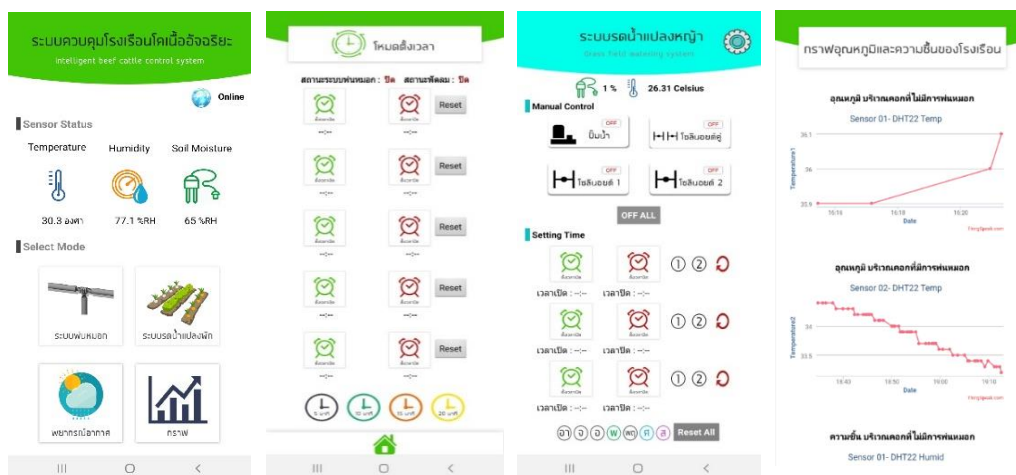


ภาพที่ 2 วงจรการเชื่อมต่ออุปกรณ์ของระบบ

3.4 การพัฒนาชุดอุปกรณ์และโปรแกรมประยุกต์

3.4.1 การติดตั้งชุดอุปกรณ์ลงในกล่องควบคุมแบบกันน้ำและมีช่องเอาต์พุตสำหรับต่ออุปกรณ์ที่ต้องการใช้งานแบบ power socket โดยสามารถนำปั๊มพ่นหมอก พัดลมโรงเรือน และปั๊มน้ำมาต่อเข้ากับ power socket ส่วนใต้กล่องควบคุมเพื่อใช้งานได้โดยสะดวก

3.4.2 การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ระบบควบคุมโรงเรือนและการให้น้ำแปลงหญ้าอัจฉริยะ โปรแกรมประยุกต์แอนดรอยด์ ที่พัฒนาขึ้นนี้ ได้ออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้งานด้วยโปรแกรม MIT App Inventor2 และเชื่อมต่อไปยังเซิร์ฟเวอร์ Anto ซึ่งเป็นแพลตฟอร์มสื่อกลางในการส่งงานชุดอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU esp8266 กับเซ็นเซอร์ผ่านการสื่อสารไร้สายแบบ 4G สามารถแสดงผลค่าจากเซ็นเซอร์อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศของโรงเรือน และความชื้นในดินของแปลงหญ้าแบบเรียลไทม์บน Thing Speak (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 โปรแกรมประยุกต์ระบบควบคุมโรงเรือนและการให้น้ำแปลงหญ้าอัจฉริยะ

ระบบควบคุมโรงเรือนและการให้น้ำแปลงหญ้าอัจฉริยะสำหรับฟาร์มโคนเนื้อ

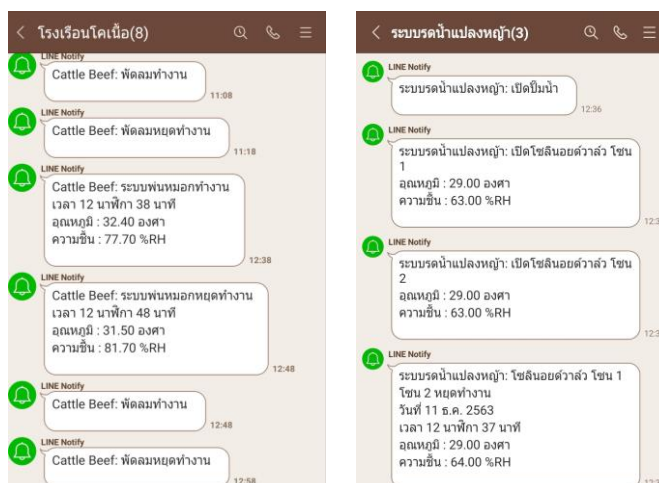
3.5 การทดสอบการใช้งานระบบ

ผู้วิจัยได้ทดสอบการทำงานของโปรแกรมประยุกต์และระบบควบคุม โดยทดสอบตามฟังก์ชันการทำงานทั้ง 2 ระบบในทุกโหมดการทำงาน ทำการปรับปรุงแก้ไขปัญหาและข้อบกพร่องของระบบให้ใช้งานได้ถูกต้องครบถ้วนทุกฟังก์ชัน หลังจากนั้นนำไปติดตั้งทดสอบการใช้งานบริเวณโรงเรือนเลี้ยงโคเนื้อของวิสาหกิจชุมชนผู้เลี้ยงโคเนื้อตำบลนายม อำเภอมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ (ภาพที่ 4)



ภาพที่ 4 การติดตั้งชุดอุปกรณ์ระบบควบคุมโรงเรือนและโปรแกรมประยุกต์

เมื่อมีการใช้งานระบบควบคุมโรงเรือนและการให้น้ำแปลงหญ้าอัจฉริยะสำหรับฟาร์มโคเนื้อ โดยการทำงานผ่านโปรแกรมประยุกต์บนสมาร์ตโฟน ระบบจะส่งข้อความแจ้งเตือนสถานะการทำงานของอุปกรณ์ไปยังโปรแกรมประยุกต์ไลน์ของผู้ใช้งานผ่าน Messaging API ของ line notify [7] (ภาพที่ 5)



ภาพที่ 5 การส่งข้อความแจ้งเตือนสถานะการทำงานของระบบไปยังโปรแกรมประยุกต์ไลน์ของผู้ใช้

3.6 การเก็บรวบรวมข้อมูลและเครื่องมือที่ใช้

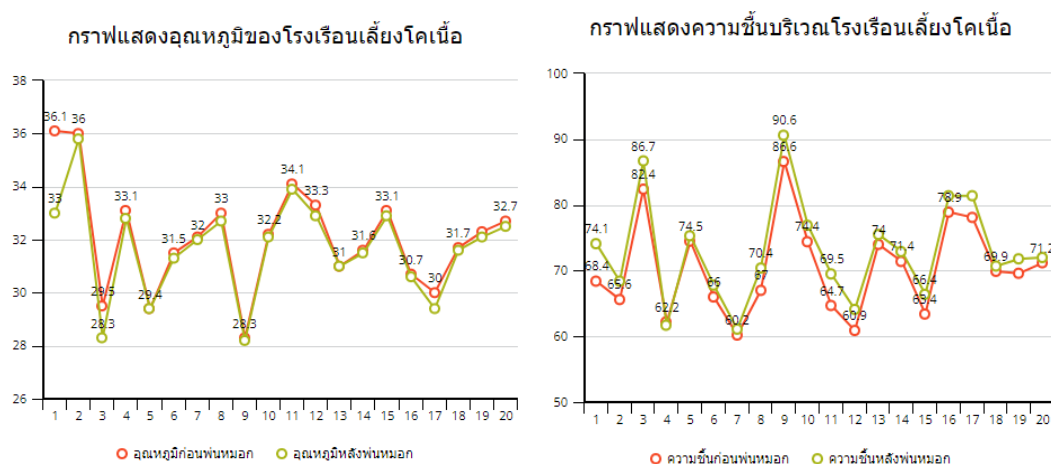
3.6.1 การบันทึกสถิติค่าอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ของโรงเรือน โดยมีการส่งค่าที่วัดได้จากเซ็นเซอร์ไปยังคลาวด์เซิร์ฟเวอร์แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์โดยใช้สถิติในการหาค่าเฉลี่ย

3.6.2 การทดสอบการทำงานของระบบควบคุมแบบอัตโนมัติและบันทึกค่าอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ของโรงเรือนก่อนและหลังการพ่นหมอกเป็นเวลา 3 นาที โดยอ่านค่าที่วัดได้จากเซ็นเซอร์ เพื่อหาความสัมพันธ์โดยการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของโรงเรือนด้วยกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ Paired Samples T-Test

ผลการวิจัย

1. ผลการทดลองติดตั้งใช้งานชุดอุปกรณ์บริเวณโรงเรือนเลี้ยงโคเนื้อของวิสาหกิจชุมชนผู้เลี้ยงโคเนื้อตำบลนายม อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ บันทึกสถิติค่าเฉลี่ยอุณหภูมิและค่าเฉลี่ยความชื้นในแต่ละวันของโรงเรือนเลี้ยงโคเนื้อโดยเก็บข้อมูล 15 วัน พบว่ามีค่าอุณหภูมิสูงสุดของโรงเรือนภายนอกบริเวณพ่นหมอก ภายในบริเวณพ่นหมอกที่ศตวันออก และภายในบริเวณพ่นหมอกที่ศตวันตก คือ 35.50 °C, 35.60 °C และ 34.90 °C ตามลำดับ ภายนอกบริเวณพ่นหมอกมีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิ 29.54 °C และความชื้นสัมพัทธ์ 85.38 %RH ภายในบริเวณพ่นหมอกที่ศตวันออกมีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิ 28.51 °C และความชื้นสัมพัทธ์ 82.73 %RH และภายในบริเวณพ่นหมอกที่ศตวันตกมีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิ 27.85 °C และความชื้นสัมพัทธ์ 87.02 %RH

2. ผลการทดสอบประสิทธิภาพของระบบควบคุมโรงเรือนโคเนื้อ โดยกำหนดโหมดการทำงานแบบตั้งเวลา 3 นาที จำนวน 20 ครั้ง และเนื่องจากเป็นโรงเรือนระบบเปิดจึงใช้แสงนพรางแสงล้อมรอบบริเวณทดสอบเพื่อป้องกันลม โดยทดสอบใช้งานช่วงเวลาทำการของฟาร์มโคเนื้อ 11.00 - 16.00 น. บันทึกค่าสถิติการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและความชื้น พบว่าค่าการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิบริเวณพ่นหมอกลดลงเฉลี่ย 0.39 °C และค่าความชื้นเปลี่ยนแปลงโดยเพิ่มขึ้นมีค่าเฉลี่ย 2.47 %RH ค่าอุณหภูมิก่อนและหลังการพ่นหมอกแสดงดังนี้ (ภาพที่ 6)



ภาพที่ 6 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของโรงเรือนโคเนื้อก่อน-หลังการทดสอบพ่นละอองหมอก 3 นาที

ตารางที่ 1 Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation
อุณหภูมิของโรงเรือน	ก่อนพ่นหมอก	32.09 °C	20	2.01
	หลังพ่นหมอก	31.70 °C	20	1.86
ความชื้นสัมพัทธ์ของโรงเรือน	ก่อนพ่นหมอก	70.47 %RH	20	7.21
	หลังพ่นหมอก	72.94 %RH	20	7.72

ตารางที่ 2 Paired Samples T-Test

Paired Differences							
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	t	df	Sig. (2-tailed)	Sig. (1-tailed)
อุณหภูมิ	-0.39	0.69	0.15	-2.4899	19	1.0000	1.0000
ความชื้นสัมพัทธ์	2.47	1.56	0.35	7.0783	19	0.0000	0.0000

จากตารางในการวิเคราะห์ Paired Samples t-test พบว่า ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิโรงเรือนก่อนการพ่นหมอก 32.09 °C และหลังการพ่นหมอก 31.70 °C และเมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิโรงเรือนก่อนและหลังการพ่นหมอก 3 นาที พบว่าการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิโรงเรือนหลังการพ่นหมอกไม่แตกต่างจากก่อนพ่นหมอกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ก่อนการพ่นหมอก 70.47 %RH และหลังการพ่นหมอก 72.94 %RH และเมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์ก่อนและหลังการพ่นหมอก 3 นาที พบว่าการเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือนหลังการพ่นหมอกสูงกว่าก่อนการพ่นหมอกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3. ผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบควบคุมการให้น้ำแปลงหญ้าอัตโนมัติ ได้แก่ การทดสอบสั่งงานในโหมดควบคุมด้วยมือ การทดสอบการทำงานในโหมดตั้งเวลาตามที่ผู้ใช้กำหนดวันและเวลา และการทดสอบการทำงานในโหมดตั้งค่าความชื้น จากการทดสอบทั้ง 3 โหมดควบคุม ระบบสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องทุกครั้ง เมื่อทำการวางระบบน้ำและเริ่มปลูกหญ้าเนเปียร์แควที่ระยะการปลูก 100x100 เซนติเมตร แล้วให้น้ำบริเวณแปลงหญ้าโดยการตั้งเวลารดน้ำแบบอัตโนมัติเมื่อหญ้าอายุครบ 45 วัน ทำการตัดหญ้าสดนำไปซึ่งได้น้ำหนักได้ผลผลิตโดยเฉลี่ย 1,495 กิโลกรัมต่อ 1 ไร่

อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยนี้ได้สร้างต้นแบบเทคโนโลยีด้วยการประยุกต์ใช้อุปกรณ์ไอโอทีมาใช้งานด้านปศุสัตว์สำหรับระบบควบคุมเพื่อใช้ในฟาร์มเลี้ยงโคเนื้อ มีการบันทึกข้อมูลจากเซ็นเซอร์และแสดงผลผ่านคลาวด์เซิร์ฟเวอร์และสั่งงานผ่านโปรแกรมประยุกต์แอนดรอยด์บนสมาร์ตโฟนได้ออกแบบให้มีการทำงานร่วมกันระหว่างระบบพ่นหมอกและพัดลมเพื่อช่วยในการระเหยของละอองหมอกและนำพาการระบายความร้อนในโรงเรือนโคเนื้อได้ดังที่ Tresoldi et al. [8] กล่าวถึงระยะเวลาในการพ่นละอองน้ำ 1 ครั้ง ไม่ควรน้อยกว่า 3 นาทีและเพิ่มประสิทธิภาพการระบายความร้อนโดยติดตั้งพัดลมเป่าอากาศเพื่อเพิ่มความเร็วของลมที่พัดผ่านตัวโค การบันทึกสถิติค่าอุณหภูมิเฉลี่ยของโรงเรือนโคเนื้อแบบเปิด พบว่าภายในบริเวณพ่นหมอกมีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิต่ำกว่าบริเวณที่ไม่ได้ติดตั้งระบบพ่นหมอกสอดคล้องกับงานวิจัยของ วิษณุ และคณะ [9] ผลการเปรียบเทียบสภาพแวดล้อมภายใน

โรงเรือนไก่ไข่ที่ใช้การควบคุมสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนอัตโนมัติจะมีอุณหภูมิต่ำกว่าสภาพแวดล้อมภายนอก ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิโรงเรือนหลังทำการฟั่นละอองหมอกลดลงเฉลี่ยเพียง 0.39°C เมื่อทำการทดสอบเวลา 3 นาที เนื่องจากโรงเรือนโคเนื้อเป็นระบบเปิดจึงไม่สามารถลดอุณหภูมิได้มีประสิทธิภาพเท่าโรงเรือนแบบปิด ปัจจัยหนึ่งมาจากอากาศภายนอกที่ร้อนจะไหลผ่านเข้ามาในโรงเรือนพัดพาอากาศเย็นบริเวณที่ทำการฟั่นหมอกออกไป [9] ค่าความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือนหลังการฟั่นหมอกสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 มีความสอดคล้องกับ Fournel et al. [10] ซึ่งกล่าวว่าในโรงเรือนโคนมที่ใช้เทคโนโลยีฟั่นหมอกจะมีความเย็นมากกว่าในขณะที่มีความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มขึ้น 8-50 %RH โดยรวมแล้วสามารถลดค่า THI ลงได้ 1-5 ทำให้อุณหภูมิทางทวารหนักและอัตราการหายใจของโคลดลงได้ ระบบที่พัฒนาขึ้นช่วยลดปัญหาเรื่องการขาดแคลนแรงงาน อำนวยความสะดวกและลดเวลาการทำงานของเกษตรกร สามารถผลิตหญ้าสดเพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนหญ้าอาหารสัตว์ในหน้าแล้ง และช่วยลดต้นทุนค่าใช้จ่ายจากการซื้ออาหารสัตว์ได้ นอกจากนี้การประยุกต์ใช้ฟาร์มอัจฉริยะกับการปศุสัตว์เพื่อผลักดันและช่วยให้เกษตรกรสามารถตอบสนองความต้องการด้านผลิตอาหารเข้าสู่ตลาดต่อไป [11]

สรุปผลการวิจัย

การสร้างและพัฒนาระบบควบคุมโรงเรือนและการให้น้ำแปลงหญ้าอัจฉริยะสำหรับฟาร์มโคเนื้อประกอบด้วย 2 ระบบการทำงานหลัก คือ ระบบควบคุมโรงเรือนเลี้ยงโคเนื้อและระบบควบคุมการให้น้ำแปลงหญ้าอัตโนมัติ สามารถควบคุมชุดอุปกรณ์ผ่านโปรแกรมประยุกต์แอนดรอยด์เชื่อมต่อแสดงผลข้อมูลผ่านเครือข่ายการสื่อสารไร้สาย (4G) สามารถเก็บข้อมูลสถิติอุณหภูมิและความชื้นของโรงเรือนเลี้ยงโคเนื้อบนคลาวด์เซิร์ฟเวอร์ โดยผลทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบควบคุมโรงเรือนและการให้น้ำแปลงหญ้าอัจฉริยะสำหรับฟาร์มโคเนื้อทุกโหมดควบคุมมีการทำงานถูกต้องครบถ้วนเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ระบบสามารถแจ้งเตือนสถานะการทำงาน วัน เวลา ค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศและความชื้นในดินผ่านโปรแกรมประยุกต์ไลน์ ภายในโรงเรือนโคเนื้อแบบเปิดบริเวณที่ติดตั้งระบบควบคุมโรงเรือนเพื่อฟั่นละอองหมอกมีค่าสถิติอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำกว่าบริเวณภายนอก เมื่อทดสอบทำการฟั่นละอองหมอกเป็นเวลา 3 นาที พบว่าค่าการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิลดลงเฉลี่ย 0.39°C และค่าเฉลี่ยของความชื้นเพิ่มขึ้น $2.47\% \text{RH}$

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณการสนับสนุนทุนวิจัยนี้จากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สทว.) ภายใต้แผนงานยุทธศาสตร์การวิจัยและพัฒนานวัตกรรม ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2563

เอกสารอ้างอิง

- [1] ทศนีย์ อภิชาติสร่างกูร. (2545). ผลของความเครียดจากสภาพอากาศร้อนต่อประสิทธิภาพระบบสืบพันธุ์ในสัตว์เคี้ยวเอื้อง. *วารสารเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*, 18(2), 148-156.
- [2] ประภาส เจริญ. (2546). *การพัฒนาระบบควบคุมอัตโนมัติในโรงเรือนปศุสัตว์*. วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- [3] ณัฏฐิณี ติกุล, และสุวิทย์ ประชุม. (2563). ผลกระทบจากรูปแบบโรงเรือนและสภาพแวดล้อมต่อความสบายของโคในฟาร์มรายย่อยในจังหวัดเชียงใหม่. *วารสารเกษตรพระวรุณ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*, 16(2), 293-306.

- [4] Boonsanita, D., Chanpongsangb, S., & Chaiyabutr, N. (2011). Effects of supplemental recombinant bovine somatotropin and mist-fan cooling on the renal tubular handling of sodium in different stages of lactation in crossbred Holstein cattle. *Research in Veterinary Science*, 93(1), 417-426.
- [5] นภาพร เวชกามา ชีระรัตน์ ชินแสน, และวันทนี พลวิเศษ. (2560). การผลิตและการจัดการโคเนื้อแบบขังคอกและแบบปล่อยฝูงของเกษตรกร อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม. *วารสารแก่นเกษตร*, 45(ฉบับพิเศษ1), 1476-1482.
- [6] กรมปศุสัตว์. (2545). หล้าเนเปียร์. กองอาหารสัตว์. [ออนไลน์], สืบค้นจาก http://nutrition.dld.go.th/Nutrition_Knowledge/information1/39.pdf (10 กรกฎาคม 2563).
- [7] LINE Corporation. (2562). Messaging API. [ออนไลน์], สืบค้นจาก <https://developers.line.biz/en/services/messaging-api/> (10 มีนาคม 2563).
- [8] Tresoldi, G., Schutz, K. E., & Tucker, C. B. (2018). Cooling cows with sprinklers: Spray duration affects physiological responses to Heat Load. *Journal of Dairy Science*, 101(5), 4412-4423.
- [9] วิษณุ ช้างเนียม, และวิชา สันทวีวรกุล. (2562). เพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการฟาร์มไก่ไข่ด้วยการใช้แอปพลิเคชันระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์และควบคุมสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนด้วยระบบฟuzzy logic. *วารสารวิศวกรรมฟาร์มและเทคโนโลยีการควบคุมอัตโนมัติ*, 5(2), 77-88.
- [10] Fournel, S., Ouellet, V., & Charbonneau, É. (2017). Practices for Alleviating Heat Stress of Dairy Cows in Humid Continental Climates: A Literature Review. *Animals: an open access journal from MDPI*, 7(5), 37.
- [11] Sadiku, M. N. O., Ashaolu, T. J., Ajayi-Majebi, A., & Musa, S. M. (2020). Smart Farming. *International Journal of Scientific Advances*, 1(3), 133-134.