

ระบบเกษตรแนวตั้งควบคุมผ่านแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟน VERTICAL AGRICULTURE SYSTEM CONTROLLED VIA SMART PHONE APPLICATION

ชัยยงค์ เสริมผล*, ชุติมันต์ ศรีวันคำ, ญาณกร กงถัน และ ณภัทร สวนสนธิ
Chaiyong Soemphol*, Chutiman Sriwankham, Yanakorn kongthan
and Napat Suansanit

หน่วยวิจัยแม่เหล็กไฟฟ้าเชิงคำนวณและระบบเชิงแสง สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Research Unit for Computational Electromagnetics and Optical Systems (CEMOS),
Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Mahasarakham University, Thailand

Received: 12 December 2019

Revised: 25 July 2020

Accepted: 10 August 2020

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการสร้างชุดต้นแบบระบบการปลูกพืชแนวตั้งที่สามารถควบคุมผ่านแอปพลิเคชันสมาร์ตโฟนได้ ชุดต้นแบบนี้จะมีการพัฒนาระบบควบคุมการทำงานของปั้มน้ำสำหรับบรรจบน้ำและให้อาหารพืช ซึ่งทำให้สามารถนำไปควบคุมค่าความเหนียวน้ำกระแสไฟฟ้า ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำให้อยู่ในระดับที่พืชต้องการ นอกจากนี้ยังมีให้แสงเพื่อใช้ในการสังเคราะห์แสงทดแทนแสงจากธรรมชาติ โดยระบบที่นำเสนอจะควบคุมเซนเซอร์เพื่อวัดค่าต่าง ๆ ผ่านบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์และสามารถแสดงค่า รวมทั้งควบคุมการทำงานของระบบแอปพลิเคชันสมาร์ตโฟน ผลการทดสอบพบว่าระบบสามารถควบคุมการรดน้ำ การให้อาหารพืช การให้แสงทดแทนแสงจากธรรมชาติได้ และจากการทดลองปลูกผักสลัดชนิดกรีนโอ๊ค ในระบบที่นำเสนอพบว่าระบบสามารถควบคุมค่าความเหนียวน้ำกระแสไฟฟ้า และค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมกับผักที่ปลูกได้ ทำให้ผักมีการเจริญเติบโตได้ดี ซึ่งจะพบว่าในระยะเวลา 1 สัปดาห์ของการปลูกผักแต่ละต้นมีการเจริญเติบโตเฉลี่ย 1.68 เซนติเมตร หรือมีอัตราการเติบโตเฉลี่ย 0.24 เซนติเมตรต่อวัน

คำสำคัญ: ระบบเกษตรแนวตั้ง, เกษตรสมัยใหม่, แอปพลิเคชันสมาร์ตโฟน

* ผู้ประสานงาน: ชัยยงค์ เสริมผล

อีเมลล์: chaiyong.s@msu.ac.th

Abstract

The purpose of this study was to propose a prototype creation of a vertical cultivation system which could be controlled by a smartphone application. This prototype had been developed to have a water pump control for watering and feeding the plants in order to control the Electrical Conductivity (EC) and the pH values of water to be at the levels that the plants needed, and provide lightings for photosynthesis to substitute the natural light. The proposed system had controlled sensors to measure various values through the microcontroller board and displayed values including controlling the system through a smart phone application. The result revealed that the system was able to control the watering, feeding and lighting for natural light replacement. In addition, in the experiment on planting green oak lettuces by the proposed system, the system was able to control the Electrical Conductivity and pH of the water to be within the suitable range for vegetables cultivation and made vegetables to grow well. It was found that during one week of the planting experiment the growth of the vegetable trunk was at the average growth of 1.68 centimeters or was at the average growth of 0.24 centimeters per day.

Keywords: Vertical agriculture system, Modern agriculture, Mobile phone application

บทนำ

ในปัจจุบันเป็นยุคที่เทคโนโลยีมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้วิถีชีวิตของประชาชนมีการเปลี่ยนแปลงอย่างเห็นได้ชัด ประชาชนที่อยู่ตามพื้นที่ในเมืองมีความแออัดมากยิ่งขึ้น บริเวณพื้นที่มีน้อยลงทำให้ผู้คนส่วนใหญ่ต้องมาอาศัยอยู่ในอาคารสูง เช่น แพลตคอนโดมิเนียม เป็นต้น ซึ่งจะพบปัญหาว่าการปลูกพืชผักสวนครัวโดยใช้ดิน เพื่อนำมาปรุงเป็นอาหารจะเป็นไปได้ยาก นอกจากนี้พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ร่มในอาคาร ไม่มีแสงแดดเพียงพอส่งผลให้พืชผักที่ปลูกไม่สามารถเจริญเติบโตได้ (ปวีณนุช ถือแก้ว, 2561) ทำให้เริ่มมีงานวิจัย

และทดลองเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว โดยหนึ่งในแนวทางที่ได้รับความสนใจเป็นอย่างแพร่หลาย ทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศด้วยก็คือ แนวคิดการทำเกษตรกรรมในเมือง (Urban Farming) และการทำเกษตรกรรมแนวตั้ง (Vertical Farming) (เสาวนีย์ วิจิตรโกสุม, 2561)

การเกษตรแนวตั้ง หรือ Vertical Farm หมายถึง การปลูกพืชเป็นชั้น ๆ มีการให้น้ำ อาหาร และแสงโดยการควบคุมจากมนุษย์ (Despommier, 2009) ต้นแบบการทำเกษตรกรรมแนวตั้งแบบเต็มรูปแบบเกิดขึ้นจากการคิดค้นของ Despommier จากมหาวิทยาลัยโคลัมเบีย ในปี 2010 ที่ได้ทำสร้างต้นแบบเกษตรกรรมแนวตั้งตามแนวคิดการสร้างฟาร์มปิรามิด เพื่อปลูกพืชภายในอาคารที่มีการควบคุมแสง อุณหภูมิ และความชื้นได้ ในปัจจุบันการปลูกพืชในแนวตั้งกำลังได้รับความสนใจในหลายประเทศ ตัวอย่างเช่น ในประเทศสิงคโปร์ ซึ่งเป็นประเทศที่มีขนาดเล็ก มีพื้นที่ทางการเกษตรน้อยมาก ทำให้ทางรัฐบาลได้สนับสนุนให้บริษัทเอกชนพัฒนาระบบการปลูกพืชในแนวตั้ง สามารถป้อนผลผลิตเข้าสู่ตลาดได้มากกว่าการปลูกพืชแบบปกติ 5-10 เท่าเมื่อเทียบกับพื้นที่ขนาดเดียวกัน (อดิศักดิ์ เหล่าพิมพ์, 2559) ในปัจจุบันจะพบว่าระบบการปลูกพืชแนวตั้งได้รับความสนใจมากขึ้น เนื่องจากสามารถเพาะปลูกพืชในพื้นที่จำกัดตามที่อยู่อาศัยของประชากรที่อยู่ในเขตพื้นที่ในเมืองได้ดี อย่างไรก็ตามระบบการปลูกพืชในแนวตั้งที่มีการเพาะปลูกในระดับครัวเรือนนั้นยังต้องใช้คนในการให้น้ำ อาหาร และแสงแดด อย่างสม่ำเสมอ ซึ่งบางครั้งก็กลายเป็นความยุ่งยากในการดูแล ดังนั้นสิ่งที่ควรพัฒนาก็คือทำอะไรให้ระบบทำงานเป็นอัตโนมัติได้ ซึ่งสิ่งที่ท้าทายสำหรับการพัฒนาระบบการปลูกพืชในแนวตั้งก็คือความยุ่งยากของการควบคุมระบบการปลูก อย่างเช่น การควบคุมความชื้น การให้สารอาหาร รวมถึงสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืช (Sabeh, 2019) ซึ่งมีหลายงานวิจัยที่ได้นำเสนอการควบคุมการปลูกพืชชนิดต่าง ๆ แบบอัตโนมัติ เช่น การควบคุมการเพาะปลูกเห็ดในโรงเรือน (ศุภวุฒิ ผากา และคณะ, 2557; วีระศักดิ์ ฟองเงิน และคณะ, 2561) การควบคุมการเพาะปลูกไร้ดิน (ธนากร น้ำหอมจันทร์ และ อติกร เสรีพิพัฒน์, 2557) เป็นต้น ซึ่งจากงานวิจัยจะพบว่า การเพาะปลูกด้วยระบบการควบคุมแบบอัตโนมัติสามารถทำให้พืชเจริญเติบโตได้ดีและลดเวลาในการใช้แรงงานมนุษย์มาดูแลรักษาได้

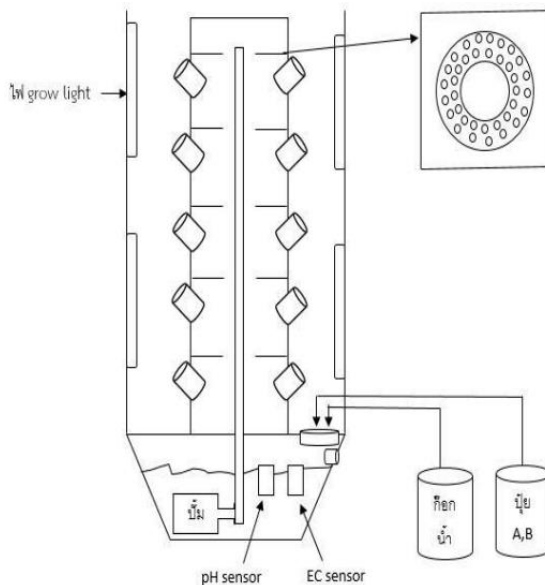
ในงานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอระบบเกษตรแนวตั้งแบบอัตโนมัติ เพื่อให้สามารถปลูกผักได้มากขึ้น เหมาะสำหรับการปลูกพืชในอาคาร โดยระบบดังกล่าวสามารถควบคุมผ่านสมาร์ตโฟนได้ ผู้เพาะปลูกสามารถใช้สมาร์ตโฟนเข้ามาควบคุมดูแลพืชผักที่ปลูกได้โดยใช้แอปพลิเคชัน

ชั้นในสมาร์ทโฟนที่ผู้วิจัยจัดสร้างขึ้นมา โดยการควบคุมผ่านแอปพลิเคชันดังกล่าวจะสามารถอำนวยความสะดวก และประหยัดเวลาในการดูแลการเพาะปลูกมากขึ้น

วิธีดำเนินการวิจัย

การทำเกษตรกรรมแนวตั้ง เป็นการเพาะปลูกพืชในอาคารในลักษณะเป็นชั้น โดยใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ เข้ามาช่วยในการเพาะปลูก ทั้งการควบคุมแสง ความชื้น ความเป็นกรด-ด่าง และความอุดมสมบูรณ์ของวัสดุปลูก ระบบการให้น้ำอัตโนมัติ การควบคุมโรคและแมลงศัตรูพืช (เสาวนีย์ วิจิตรโกสม, 2561)

รูปที่ 1 แสดงระบบการปลูกพืชแนวตั้งที่นำเสนอในงานวิจัยนี้ โดยมีวัตถุประสงค์ในการออกแบบคือ ให้สามารถปลูกพืชได้มากขึ้น และมีความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชในอาคารที่มีพื้นที่น้อย มีระบบการควบคุมแสงที่ใช้สำหรับการสังเคราะห์แสงและเจริญเติบโตของพืช ระบบดังกล่าวเป็นระบบการปลูกแบบให้สารละลายธาตุอาหารพืชไหลผ่านรากเป็นแผ่นบาง ๆ ในรางปลูกอย่างต่อเนื่อง (Nutrient Film Technique, NFT) มีระบบควบคุมการรดน้ำและให้สารอาหารด้วยวิธีการปั้มน้ำขึ้นให้ถึงชั้นบนสุด แล้วปล่อยให้ไหลลงมาในแต่ละชั้น ซึ่งทำให้สามารถเพิ่มปริมาณออกซิเจนในน้ำให้มากขึ้น



รูปที่ 1 ลักษณะโครงสร้างของระบบการปลูกพืชแนวตั้งที่ออกแบบ

1. การออกแบบโครงสร้างชุดเพาะปลูก

1.1 การออกแบบชั้นปลูก จะใช้ท่อพีวีซี มาเจาะเป็นช่องหรือหลุมจำนวน 5 แถว จำนวน 4 หลุมต่อแถว ทำให้ได้จำนวนหลุมสำหรับปลูกพืชทั้งหมดรวม 20 หลุม ต่อเข้ากับถังที่บรรจุสารละลายซึ่งเป็นสารอาหาร

1.2 ภายในถังมีปั้มน้ำขนาดเล็ก 12 วัตต์ โดยปั้มน้ำจะทำหน้าที่ลำเลียงแร่ธาตุหรือสารอาหารเข้าไปตามสายที่อยู่ในท่อพีวีซี โดยสามารถลำเลียงขึ้นชั้นบนแล้วลงมาชั้นล่างหมุนเวียนตลอดเวลา การปรับเปลี่ยนสารอาหารหรือแร่ธาตุ โดยดูจากค่าความเหนียวนำกระแสไฟฟ้า (Electric conductivity, EC) ซึ่งเป็นค่าที่แสดงปริมาณแร่ธาตุหรือสารอาหารของพืช โดยสารอาหารที่ใช้ในการเพาะปลูก คือ สารละลายปุ๋ย A และ B ซึ่งเป็นที่นิยมใช้ในการปลูกผักโดยไม่ใช้ดิน

1.3 การให้พลังงานแสงเพื่อใช้ในการสังเคราะห์แสงของพืช จะติดตั้งหลอดไฟแอลอีดี (LED) วัตต์ต่ำข้าง โดยเน้นเฉพาะแสงที่มีความยาวคลื่นในช่วงที่พืชต้องการ (ค่าความยาวคลื่น 400-700 นาโนเมตร) ซึ่งเป็นช่วงที่พืชสามารถสังเคราะห์แสงได้ดีที่สุดและเจริญเติบโตดี (นภัทร วัจนเทพินทร์ และ ไชยยันต์ บุญมี, 2560)

1.4 มีการใช้เซนเซอร์เพื่อวัดค่า EC และค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำในถังที่บรรจุสารอาหาร โดยการวัดค่า EC จะใช้ EC sensor แบบแอนะล็อก (Analog) สำหรับใช้งานกับบอร์ดยูนี (Arduino) ซึ่งมีค่าความถูกต้อง $\pm 10\%$ และสามารถวัดค่าอุณหภูมิของน้ำได้ด้วย ส่วนการวัดค่าความเป็นกรดต่างของน้ำจะใช้ Analog pH meter ซึ่งมีความถูกต้อง ± 0.1 pH ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส โดยโครงสร้างของระบบที่สร้างขึ้นดังแสดงในรูปที่ 2

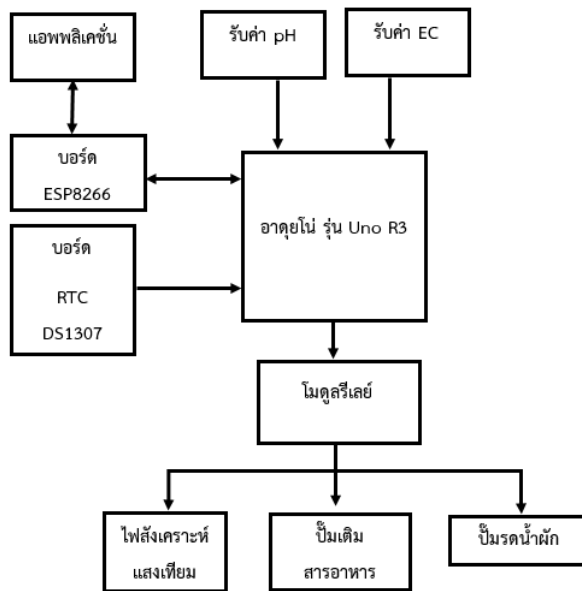


รูปที่ 2 โครงสร้างของระบบการปลูกพืชแนวตั้งที่สร้างขึ้น

2. การออกแบบระบบควบคุมการปลูกพืช

ระบบเกษตรแนวตั้งควบคุมผ่านแอปพลิเคชันสมาร์ทโฟนที่นำเสนอในงานวิจัยนี้มีแผนผังการทำงานดังแสดงในรูปที่ 2 ชุดต้นแบบที่จะสร้างขึ้นจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูยโน เป็นตัวควบคุมการทำงานทั้งหมด โดยจะมีการวัดค่าความเหนียวน้ำกระแสไฟฟ้าของน้ำและค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเพื่อนำมาควบคุมการทำงานของปั๊มเติมน้ำและปั๊มเติมสารอาหาร และมีการเชื่อมต่อกับ Node MCU รุ่น ESP8266 ให้สามารถสั่งงานจากสมาร์ทโฟนผ่านสัญญาณ WiFi ได้ สำหรับค่าความเหนียวน้ำกระแสไฟฟ้าของน้ำ จะใช้เซนเซอร์วัดความเหนียวน้ำกระแสไฟฟ้า (EC sensor) ในการตรวจวัดความเหนียวน้ำกระแสไฟฟ้าของน้ำที่มีธาตุอาหารละลายอยู่ โดยหากเซนเซอร์ตรวจพบว่าค่าความเหนียวน้ำกระแสไฟฟ้าของน้ำมีค่าไม่อยู่ในช่วงที่กำหนดไว้ เมื่อค่าความเหนียวน้ำกระแสไฟฟ้าของน้ำมีค่าน้อยกว่าหรือมากกว่าช่วงที่กำหนดไว้ ระบบจะสั่งให้รีเลย์เปิดปั๊มเติมสารอาหาร และระบบจะสั่งให้รีเลย์เปิดปั๊มน้ำบริสุทธิ์เพื่อเจือจางค่าความเหนียวน้ำกระแสไฟฟ้าตามลำดับ ส่วนการควบคุมค่าความเป็นกรด-ด่าง จะใช้เซนเซอร์วัดความเป็นกรด-ด่าง (pH sensor) ในการตรวจวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำที่มีธาตุอาหารละลายอยู่ โดยหากเซนเซอร์ตรวจพบว่ามีค่าความ

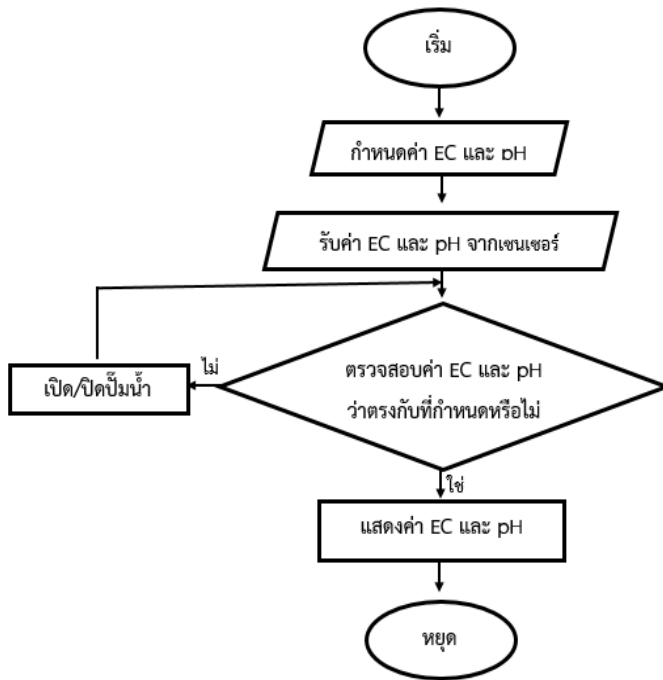
เป็นกรด-ด่างไม่อยู่ในช่วงที่กำหนดไว้ เมื่อค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำมีค่าน้อยกว่าและมากกว่าช่วงที่กำหนดไว้ ระบบจะสั่งให้รีเลย์เปิดปั้มน้ำปริสฤทธิ์เพื่อเจือจางค่าความเป็นกรด และระบบจะสั่งให้รีเลย์เปิดปั้มน้ำเติมสารละลายกรดไนตริก เพื่อเพิ่มค่าความเป็นกรด ส่วนการให้แสงทดแทนแสงจากธรรมชาติจะทำงานโดยใช้โมดูล RTC DS 1307 ทำหน้าที่เป็นฐานเวลาแบบ Real Time ในการควบคุมแสงไฟควบคุมการเจริญเติบโต (Grow light LED)



รูปที่ 3 การออกแบบระบบควบคุมการปลูกพืชแนวตั้ง

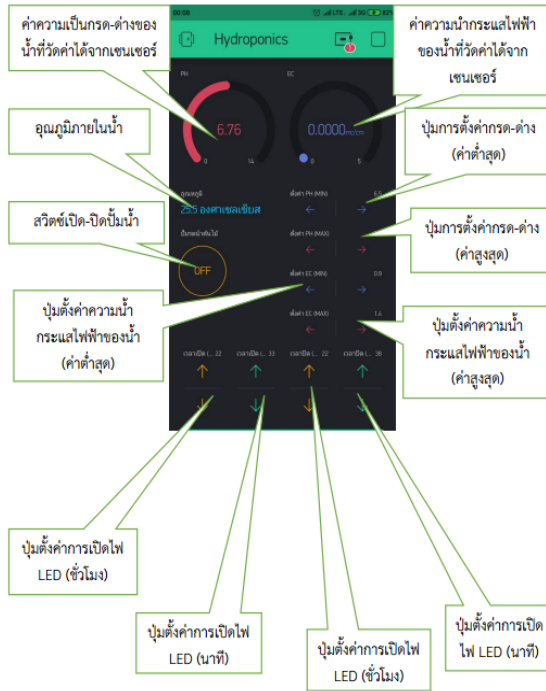
3. การออกแอปพลิเคชันเพื่อใช้ควบคุมผ่านสมาร์ตโฟน

ระบบการปลูกผักแนวตั้งชุดต้นแบบจะใช้แอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟนเป็นตัวติดตามค่าและสามารถสั่งการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ โดยแผนผังการทำงานของโปรแกรมดังแสดงในรูปที่ 4 โดยเริ่มต้นการทำงานจะกำหนดค่าของ EC และ pH ตามที่พืชแต่ละชนิดต้องการ จากนั้นจึงอ่านค่าจากเซ็นเซอร์และทำการตรวจสอบว่าตรงกับค่าที่กำหนดหรือไม่ ถ้าตรงให้แสดงผลออกมาที่หน้าจอ ถ้าหากไม่ตรง ถ้าไม่ตรงให้ทำการสั่งเปิด-ปิดปั้มน้ำ เพื่อรดน้ำหรือให้สารอาหารทำให้ค่า EC และ pH เป็นไปตามค่าที่กำหนดไว้



รูปที่ 4 แผนผังการทำงานของระบบควบคุมการปลูกพืชแนวตั้ง

รูปแบบหน้าจอของแอปพลิเคชันที่ใช้ในการสั่งการแสดงดังรูปที่ 5 ซึ่งประกอบด้วย หน้าจอแสดงค่าความเป็นกรด-ด่างและค่าความนำกระแสไฟฟ้าที่วัดได้จากเซนเซอร์ หน้าจอแสดงอุณหภูมิในน้ำ ปุ่มการตั้งค่าความเป็น กรด-ด่าง ปุ่มการตั้งค่าความนำกระแสไฟฟ้าของน้ำ สวิตช์เปิด-ปิดปั๊มน้ำ และปุ่มตั้งเวลาการเปิดไฟ LED



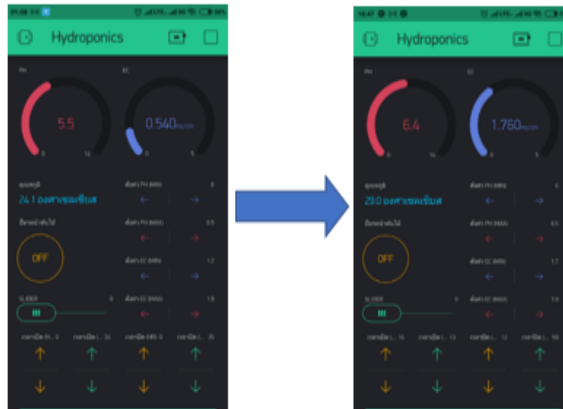
รูปที่ 5 หน้าจอการแสดงผลของแอปพลิเคชันบนสมาร์ทโฟน

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

จากระบบที่ได้สร้างขึ้นจะมีการทดสอบระบบควบคุมค่าความนำกระแสไฟฟ้าของน้ำ ค่าความเป็นกรด-ด่าง และการให้แสงทดแทนแสงจากธรรมชาติตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้โดยแยกการทำงานแต่ละอุปกรณ์ดังนี้

1. การทดสอบการควบคุมค่าความเป็นกรด-ด่าง

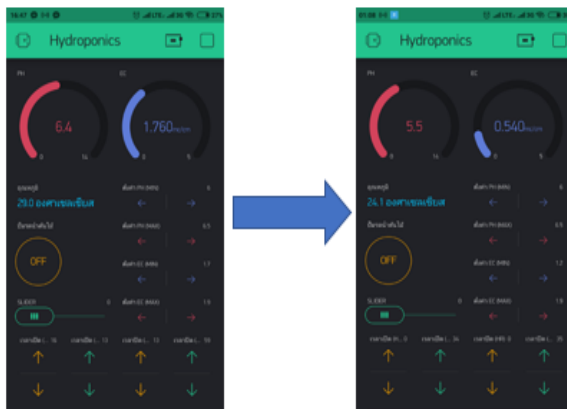
การทดลองจะทำการเติมสารค่าความเป็นกรด-ด่าง ลงในถังสารอาหารที่มีเซนเซอร์ อยู่ หากไม่ได้ค่าที่อยู่ในช่วงที่กำหนดไว้ ระบบจะสั่งให้รีเลย์เปิดปั้มน้ำเพื่อเพิ่มความเป็นกรด-ด่างตามเงื่อนไขที่กำหนด ดังรูปที่ 6 ผลการทดสอบพบว่าระบบสามารถสั่งงานให้ปั้มน้ำเพิ่มความเป็นกรด-ด่าง ได้ตรงกับค่าที่ตั้งไว้



รูปที่ 6 การทดสอบการควบคุมค่าความเป็นกรด – ด่างของระบบ

2. การทดสอบการควบคุมค่าความเหนี่ยวนำกระแสไฟฟ้าของน้ำ

การทดลองจะทำการเติมสารอาหารลงในถังสารอาหารที่มีเซนเซอร์อยู่ หากค่าความเหนี่ยวนำกระแสไฟฟ้าของน้ำมีค่ามากกว่าเงื่อนไขที่กำหนดไว้ ระบบจะทำการสั่งให้รีเลย์เปิดปั้มน้ำบริสุทธิ์ ในทางกลับกันหากค่าความเหนี่ยวนำกระแสไฟฟ้าของน้ำมีค่าน้อยกว่าเงื่อนไขที่กำหนดไว้ ระบบจะทำการสั่งให้รีเลย์เปิดปั้มน้ำเพื่อเติมสารอาหารตามเงื่อนไขที่กำหนด ดังรูปที่ 7 ผลการทดสอบพบว่าระบบสามารถควบคุมค่าความเหนี่ยวนำกระแสไฟฟ้าได้ตรงกับค่าที่กำหนดไว้



รูปที่ 7 การทดสอบการควบคุมค่าความเหนี่ยวนำกระแสไฟฟ้าของน้ำ

3. การควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟ LED

การทดลองจะทำการตั้งเวลาเปิด-ปิด หลอดไฟในแอปพลิเคชัน โดยหลอดไฟจะทำงานเมื่อค่าที่ตั้งไว้ตรงตามโมดูลนาฬิกา (RTC DS 1307) โดยระบบสามารถตั้งค่าเป็นชั่วโมง นาที วินาที ในการเปิด-ปิดไฟได้ ซึ่งเมื่อถึงเวลาที่กำหนดไว้ระบบจะสั่งให้รีเลย์เปิด-ปิดหลอดไฟ LED ดังรูปที่ 8 จากการทดสอบพบว่า การเปิด-ปิดหลอดไฟทำได้ตรงกับเวลาที่ตั้งไว้

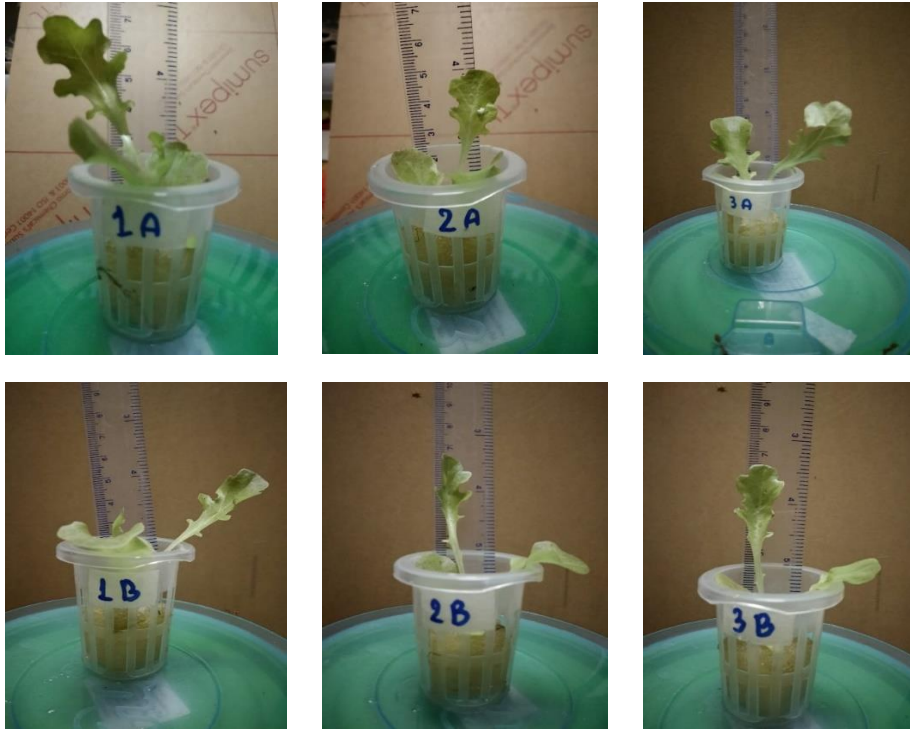


รูปที่ 8 การทดสอบการเปิด-ปิดหลอดไฟ LED

4. การทดสอบการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกในระบบการปลูกพืชแบบแนวตั้ง

สำหรับการทดลองในส่วนนี้จะทดลองโดยการปลูกผักกาดเขียวปลีจำนวน 6 ต้นในชุดการปลูกที่สร้างขึ้น โดยจะนำเมล็ดผักกาดเขียวไปเพาะเป็นต้นกล้า โดยเพาะใส่ไว้ในโฟมหรือฟองน้ำที่ตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยม แล้วใส่ไว้ในกระถางพลาสติก เส้นผ่าศูนย์กลางไม่เกิน 5 เซนติเมตรดังแสดงในรูปที่ 9 เมื่อผักเจริญเติบโตประมาณ 2 สัปดาห์ นำกระถางมาวางในหลุมที่เจาะไว้ในท่อพีวีซี (PVC) ของระบบการปลูกผักแนวตั้งที่สร้างขึ้น โดยมีการควบคุมการให้น้ำ อาหาร ความเป็นกรด-ด่าง และแสงตามความเหมาะสมของการเพาะเลี้ยงผักกาดเขียวปลี โดยการให้สารอาหาร จะทำการควบคุมค่า EC ให้มีค่าประมาณ 1.2-1.8 มิลลิซีเมนส์ต่อเซนติเมตร และค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ที่ประมาณ 6.0 - 6.2 และทำการเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตโดยวัดความสูงของผักในระยะเวลา 1 สัปดาห์ ตารางที่ 1 แสดงการเจริญเติบโตของผักกาดเขียวปลีที่ปลูกในระบบการปลูกพืชแบบแนวตั้ง ซึ่งจะพบว่าในระยะเวลา 1 สัปดาห์ผักแต่ละต้นมีการเจริญเติบโตเฉลี่ย 1.68 เซนติเมตร หรือมีอัตราการเติบโตเฉลี่ย 0.24 เซนติเมตรต่อวัน โดยในช่วงแรกการของ

เพาะปลูกด้วยระบบดังกล่าวผักจะเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว เนื่องจากรากของผักจุ่มอยู่รากจะดูดอาหารไปเลี้ยงลำต้นได้ตลอดเวลา



รูปที่ 9 ผักสลัดกรีนโอ๊คที่ใช้ในการทดสอบระบบการปลูกพืชแนวตั้ง

ตารางที่ 1 แสดงการเจริญเติบโตของกรีนโอ๊คที่ปลูกในระบบการปลูกพืชแบบแนวตั้ง

ต้นที่	การเจริญเติบโตของผักจากผักอายุ 14-20 วัน (เซนติเมตร)							\bar{x} ชม/วัน
	14 วัน	15 วัน	16 วัน	17 วัน	18 วัน	19 วัน	20 วัน	
1	6.7	6.8	6.9	7.0	7.1	7.2	7.3	0.09
2	3.8	4.4	4.8	4.9	4.9	5.2	5.4	0.23
3	5.1	5.2	5.4	5.6	5.8	5.9	6.1	0.14
4	4.9	5.7	6.0	6.2	6.4	6.6	6.8	0.27
5	4.5	5.5	5.6	6.0	6.5	6.7	6.9	0.34
6	4.2	5.4	5.8	6.2	6.5	6.6	6.8	0.37

สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอการสร้างต้นแบบระบบเกษตรแนวตั้งที่สามารถควบคุมผ่านแอปพลิเคชันสมาร์ทโฟน ซึ่งระบบดังกล่าวสามารถวัดและส่งผลค่าความเหนี่ยวนำกระแสไฟฟ้าและค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำมาแสดงบนบนแอปพลิเคชันที่ออกแบบไว้ได้ นอกจากนี้ยังสามารถควบคุมค่าความเหนี่ยวนำกระแสไฟฟ้าและค่าความเป็นกรด-ด่างให้เหมาะสมกับพืชที่ปลูกได้โดยการตั้งค่าผ่านแอปพลิเคชันสมาร์ทโฟน โดยถ้าค่าที่วัดได้มีค่าสูงหรือต่ำกว่าค่าที่กำหนดระบบก็จะสั่งให้ปั้มน้ำทำงานเพื่อปรับสภาพค่าทั้งสองให้เหมาะสม ส่วนการให้แสงทดแทนแสงจากธรรมชาติจะใช้หลอดไฟ LED ที่ออกแบบมาสำหรับการปลูกผักโดยเฉพาะ สามารถตั้งเวลาการเปิด-ปิดได้ ซึ่งผลการทดสอบปลูกผักกรีนโอ๊คพบว่าระบบผักที่ปลูกในระบบดังกล่าวมีการเจริญเติบโตได้ดี

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณทุนสนับสนุนการวิจัยจากคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

เอกสารอ้างอิง

ธนากร น้ำหอมจันทร์ และ อติกร เสรีพัฒนานนท์. (2557). ระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือนเพาะปลูกพืชไร้ดินแบบทำความเย็นด้วยวิธีการระเหยของน้ำร่วมกับการสเปรย์ละอองน้ำแบบอัตโนมัติ โดยใช้ระบบควบคุมเชิงตรรกะแบบโปรแกรมได้. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 8(1), 98-111.

นภัทร วัจนเทพินทร์ และ ไชยยันต์ บุญมี. (2560). ไดโอดเปล่งแสงสีอะไรเหมาะสมกับการปลูกพืช. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 25(1), 158-176.

ปวีณ์นุช ถือแก้ว. (2561). *เกษตรแนวตั้ง*. สืบค้นเมื่อวันที่ 10 ตุลาคม 2562, จาก <https://www.mhesi.go.th/main/th/knowledge/165-practical-rad/7504-vertical-agriculture>.

- วิระศักดิ์ ฟองเงิน, สุรพงษ์ เพ็ชรหาญ และ รัฐสิทธิ์ ยะจ่อ. (2561). การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี ไอโอทีควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้า. *วารสารการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรม*, 5(1), 172-182.
- ศุภวุฒิ ผากา, สันติ วงศ์ใหญ่ และ อติศร ถมยา. (2557). การพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิ และความชื้นที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเห็ดในโรงเพาะเห็ดบ้านทุ่งบ่อแป้น ตำบลปลงยางศก อำเภอกันทร จังหวัดลำปาง. *วารสารวิชาการคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง*, 7(1), 58-69.
- เสาวนีย์ วิจิตรโกสุม. (2561). เรื่องน่ารู้ : การทำเกษตรกรรมแนวตั้ง (Vertical Farming). *วารสารสิ่งแวดล้อม*, 22(1), 56-63.
- อติศักดิ์ เหล่าพิมพ์. (2559). *เกษตรแนวตั้ง Vertical Farm และระบบ Robot Farm*. สืบค้นเมื่อวันที่ 10 ตุลาคม 2562, จาก <https://www.organicfarmthailand.com/vertical-farm-and-robot-farm>.
- Despommier, D. (2009). The Rise of Vertical Farms. *Scientific American*, 301(5), 32–39.
- Sabeh, N. (2019). *3 challenges of growing in a vertical farm*. Retrieved October 10, 2019 from <https://www.producegrower.com/article/3-challenges-of-growing-in-a-vertical-farm>.