เทคโนโลยีการควบคุมระบบอัตโนมัติสำหรับการปลูกพืช

Automation control technology for plant

[1]ปิยวัตร มากศรี, [2]วรพงศ์ อินทร์พรหม, [3]ศักดิ์โสภณ บุญเกื้อ, [4]พีรพงศ์ หนูช่วย
[5]นรานันท์ ขำมณี, [6]ณัฐปภัสร์ บุญดำ,[7]ชิโนรส ละอองวรรณ*
[1]Piyawat Maksri, [1]Woraphong Inprom, [1]Saksopon Boonkua, [1]Peerapong Nuchuay, [1] Nadpaphat Bundam, [2]Naranun Kamanee,[1]Chinoros Laongwan*
[1] สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี จังหวัดสุราษฎร์ธานี,
[2]สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี
[1*]Chinoros.lao@sru.ac.th

บทคัดย่อ

ความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยี ซึ่งมีการพัฒนาคิดค้นสิ่งอำนวยความสะดวกต่อการดำเนินชีวิตของสิ่งมีชีวิตทุกสิ่งบนโลก ทำให้เทคโนโลยีได้เข้ามาเสริมปัจจัยพื้นฐานการดำรงชีวิตของมนุษย์ได้อย่างลงตัว และจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคอุบัติใหม่ของโลกในปัจจุบัน ทำให้การเดินทางไปในที่สาธารณะเป็นเรื่องที่น่ากังวล การผลิตพืชเพื่อเป็นอาหารจากระบบอัตโนมัติจึงเป็นทางเลือกที่ดีทางหนึ่ง จึงมีการคิดค้นและพัฒนาระบบการผลิตให้สามารถผลิตพืชได้เป็นจำนวนมากและคุณภาพในพื้นที่จำกัด โดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไมโครคอนโทรลเลอร์ สั่งการควบคุมและทำการวัดความชื้นในดิน ระบบให้น้ำพืชแบบอัตโนมัติกับโรงเรือนขนาดเล็กขนาด กว้างxยาวxสูง เท่ากับ 40x75x109 เซนติเมตร ระบบอัตโนมัติประกอบด้วย อุปกรณ์ตรวจวัดความชื้น แผงเซลล์แสงอาทิตย์ แบตเตอรี่แบบแห้งขนาด 5 โวลล์ แผง LED ให้แสงในเวลากลางคืน และอุปกรณ์ตั้งเวลา เลือกใช้ผักแคลเพื่อทดลองการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งเป็นผักที่มีคุณค่าทางอาหารมากชนิดหนึ่ง โดยศึกษาการเจริญเติบโตของต้นพืช จำนวนใบ และความเข้มของสีใบ ด้วยการควบคุมผ่านระบบการให้น้ำและให้แสงในเวลากลางคืนแบบอัตโนมัติ ผลการทดลองพบว่า พืชสามารถเจริญเติบโตได้ตามมาตรฐานเทียบกับการปลูกในแปลงปลูกในดินแบบปกติ จำนวนใบและความเข้มของสีใบมีไม่น้อยกว่าแบบปลูกในดินแบบปกติ การปลูกโดยใช้เทคโนโลยีเข้ามามีความแตกต่างเพียงเล็กน้อย จึงสามารถสรุปได้ว่าการปลูกในโรงเรือนขนาดเล็กสามารถผลิตพืชได้ใกล้เคียงกับการปลูกในดินแบบปกติ แต่เมื่อเกิดเหตุการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศภายนอกที่ไม่สามารถกำหนดได้ พืชในโรงเรือนสามารถทดแทนการผลิตแบบปกติได้เป็นอย่างดี

คำสำคัญ : ระบบให้น้ำอัตโนมัติ, การเจริญเติบโต, ผักแคล

Abstract

Technology of Thailand has been advanced, which has discovered facilities for life living. Technology could be supported the Fundamental enhancement of living. Furthermore, pandemic of covid-19 caused the risk of food security. Plant tissue in automatic system is a good choice. To discover and invent the automatic system for growing a large volume of plants in a small allocation of space by applying microcontroller for measuring the moisture in soil. The automatic system of applying moisture under width x lenght x heigh of greenhouse was 40x75x109 centimeters. The equipment for this system consisted of moisture meter, solar cell, 5 volts of drying battery, LED light,

and timer. Kale is a selective plant to be a treatment for measuring the growth by counting the number of leaves, intensity of leaf. The results showed that the number and intensity of leaf were same quality of normal growing in soil. Conclusion, Kale in the automatic system of applying moisture could be grown same as normal growing in soil. In addition, the automatic system could be controlled the bad weather.

Keywords : automatic system of applying moisture, growth, Kale

1. บทนำ

การพัฒนานวัตกรรมเพื่อเกษตรสมัยใหม่ มีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยให้เกษตรกรได้รับสะดวกและง่ายต่อการประกอบอาชีพเกษตรกรรม ช่วยลดปัญหาความเสียหายของผลผลิต เพิ่มประสิทธิภาพของการปลูกพืชในพื้นที่จำกัด การประหยัดทรัพยากรน้ำ ดิน ปุ๋ย สนับสนุนการใช้แรงงานอย่างมีประสิทธิภาพ ระบบควบคุมอัตโนมัติผ่านเทคโนโลยีเครือข่ายอินเตอร์เน็ต สามารถติดตามสภาพการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศ ดิน น้ำ ความชื้น อุณหภูมิ การเจริญเติบโต การควบคุมค่าความเป็นกรด ด่างของน้ำในดิน การให้สารอาหารผ่านระบบน้ำ การสอดส่องดูแลศัตรูพืช ผ่านแอพพลิเคชั่นบนสมาร์ทโฟน คอมพิวเตอร์ ล้วนแล้วแต่ทำให้เกษตรกรของไทยสามารถผลผลิตสินค้าทางการเกษตรได้อย่างสะดวกและมีคุณภาพ ยกระดับเกษตรกรของไทย ให้สามารถแข่งขันในตลาดได้

อีกทั้งการนำเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทในภาคการเกษตร ทำให้คนรุ่นใหม่สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ด้านเทคโนโลยีที่ทันสมัยในยุคปัจจุบันมาพัฒนาชีวิตความเป็นอยู่ของครอบครัว ชุมชน และสังคม ลดปัญหาความเลื่อมล้ำ ทั้งยังทำให้ลดปัญหาทางสังคม ครอบครัวสามารถทำงานอยู่ร่วมกันได้โดยไม่ต้องไปหางานทำนอกภูมิลำเนา คุณภาพชีวิตดีขึ้น สุขภาพดีขึ้น ส่งผลให้สังคมโดยรวมดีขึ้นด้วยอย่างยั่งยืน

2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

2.1 เพื่อออกแบบระบบการควบคุมอัตโนมัติสำหรับการปลูกพืช

2.2 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการควบคุมอัตโนมัติสำหรับการปลูกพืช

3. แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาเทคโนโลยีทางการเกษตรมีความก้าวหน้าเป็นอย่างมาก คณะผู้วิจัยได้มีแนวคิดที่จะนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ช่วยให้เกษตรกรที่สนใจปลูกพืช แต่มีพื้นที่จำกัด สามารถปลูกพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพและได้ประโยชน์สูงสุด โดยออกแบบระบบควบคุมอัตโนมัติสำหรับควบคุมการให้น้ำพืช กรณีศึกษา ผักเคล (Kale) หรือผักเคล หรือที่เรียกกันว่าผักคะน้าใบหยิกเป็นพืชตระกูลเดียวกับผักจำพวกบร็อกโคลี่ คะน้า และดอกกะหล่ำ ต้นและใบมีสีเขียวเข้ม ใบหยิก เป็นผักที่กำลังได้รับความนิยมสูง โดยเฉพาะสายดูแลสุขภาพ ถือเป็น “Superfood” ที่อุดมด้วยวิตามินและสารต้านอนุมูลอิสระอย่างมากมาย อาทิ โอเมก้า 3 แมกนีเซียม แคลเซียม เหล็ก โซเดียม โพแทสเซียม วิตามิน A, C, K, B, B6 ช่วยบำรุงสายตา ผิวพรรณ ป้องกันหลอดเลือดหัวใจตีบ และโรคกระดูกบาง เป็นต้น และยังสามารถสร้างช่องทางในการทำธุรกิจหลากหลาย เช่น การจำหน่วยเฉพาะใบ การจำหน่ายทั้งต้น เพราะผักเคลเก็บเกี่ยวได้นา 1- 2 ปี โดยไม่ต้องปลูกบ่อยเหมือนผักทั่ว ๆ ไป สามารถนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ได้ เช่น เครื่องดื่มสมูตตี้ ผงผักเคล ผักเคลอบกรอบ สลัดผัก ผัดน้ำมันหอย หรือนำไปสกัดเป็นสีผสมอาหารได้ ผักเคลเหมาะสำหรับการปลูกทั้งในพื้นที่จำกัด เช่น กระถาง ถุงเพาะ ลงแปลงไว้ในบริเวณบ้าน โรงเรือนขนาดเล็ก และในแปลงปลูกขนาดใหญ่ ได้ความนิยมสูง และดีต่อสุขภาพ

ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงทดลองปลูกผักเคล ในแบบต่าง ๆ เพื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของผักเคล จำนวนใบ ลักษณะของใบ และสีของใบ เพื่อเป็นช่องทางในการสร้างอาชีพและรายได้ให้กับบุคคลที่สนใจแต่มีพื้นที่ในการเพาะปลูกจำกัด

4. วิธีดำเนินการวิจัย

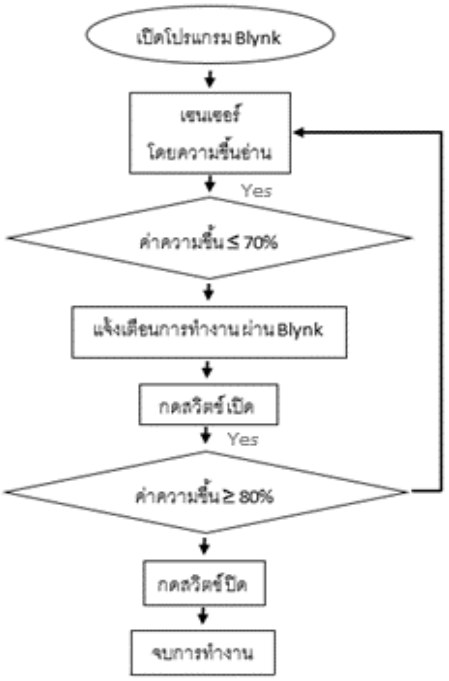
4.1 การควบคุมอัตโนมัติสำหรับการปลูกพืช ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

4.1.1 ขั้นตอนการศึกษาข้อมูล โดยรวบรวมแนวคิดการศึกษาข้อมูลจากความคิดจากหลักทฤษฎีและวรรณกรรมจากงานวิจัยที่ผ่านมา เพื่อออกแบบโครงสร้างศึกษาลักษณะการปลูกพืชและการควบคุมความชื้นที่เหมาะสมกับรูปแบบของพืชชนิดต่าง ๆ ศึกษาหลักการทำงานของระบบโซล่าเซลล์ ระบบควบคุม เพื่อนำมาประยุกต์กับระบบที่ศึกษาหลักการทำงานของระบบควบคุมการทำงานของมอเตอร์ ระบบเซ็นเซอร์ และระบบเครือข่ายไร้สาย

4.2 ขั้นตอนการออกแบบและพัฒนา

4.2.1 การออกแบบระบบการทำงานของการรดน้ำแบบอัตโนมัติทำงานด้วยระบบการควบคุมมอเตอร์ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ปั๊มน้ำ ผู้วิจัยต้องมีความรู้ความเข้าใจด้านการควบคุมระบบไฟฟ้าให้ทำงานได้ถูกต้องและมีมาตรฐาน ดังนั้นในการออกแบบจึงใช้ซอฟต์แวร์ช่วยออกแบบเพื่อช่วยลดขั้นตอนการออกแบบและสะดวกต่อการประกอบวงจรด้วยโปรแกรม cadsimu 3.0 ระบบควบคุมมอเตอร์ รวมถึงการออกแบบวงจรควบคุมบอร์ดด้าย Arduino ESP 32

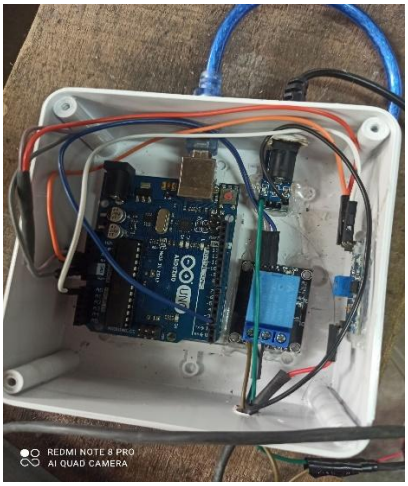
4.2.2 หลักการแจ้งเตือนการทำงานผ่านแอพพลิเคชั่น Blynk แอพจะทำการแจ้งเตือนให้น้ำเมื่อมีค่าความชื้นในดินต่ำกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อค่าความชื้นในดินสูงกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ก็จะทำงานแจ้งเตือนให้หยุดรดน้ำ โดยมีหลักการทำงานของแอพพลิเคชั่น Blynk ดังแสดงใน ภาพที่ 1



ภาพที่ 1 หลักการแจ้งเตือนของแอพพลิเคชั่น Blynk

4.2.3 ขั้นตอนการจัดเตรียมอุปกรณ์และประกอบชุดระบบควบคุมการให้น้ำแบบปิด โดยการจัดเตรียมแปลงทดลอง ออกแบบแปลงทดลองเป็น 2 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบที่ 1 การปลูกพืชลงดินทดลองโดยใช้การรดน้ำแบบดั้งเดิมโดยวิธีอาศัยธรรมชาติและการให้น้ำวันละ 2 ครั้ง รูปแบบที่ 2 โรงเรือนขนาดเล็กมีขนาด กว้างxยาวxสูง เท่ากับ 40x75x109 เซนติเมตร ออกแบบการทดลองโดยใช้ระบบควบคุมอัตโนมัติ ควบคุมอุปกรณ์ให้น้ำโดยใช้หัวสปริงเกอร์ จำนวน 2 หัวต่อ 1 แปลง ทดลองกับพืช คือ ผักแคล จำนวน 2 ต้น เพื่อดูการเจริญเติบโต จำนวนใบ และความเข้มของสีใบ

ภาพที่ 2 การประกอบโครงสร้างโรงเรือนขนาดเล็ก



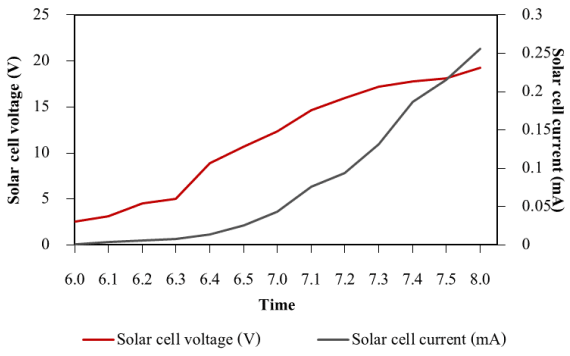
ภาพที่ 3 การติดตั้งอุปกรณ์ระบบควบคุมอัตโนมัติ

ภาพที่ 4 โรงเรือนที่ใช้ในการทดลอง

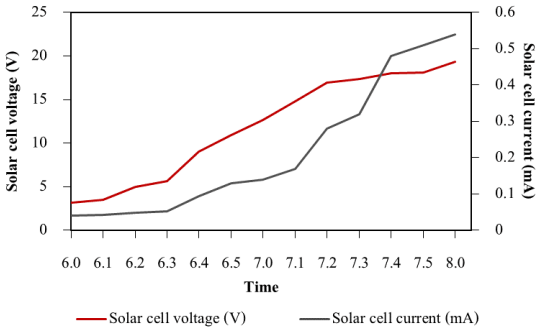
ภาพที่ 5 ผักเคลเป็นพืชสำหรับใช้ศึกษาในแปลงทดลอง

4.4 ขั้นตอนการทดลองและทดสอบประสิทธิภาพการวัดกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าจากแผลเซลล์แสงอาทิตย์ โดยบันทึกผลระหว่างเวลา 06.00 น.-08.00 น. และ 17.00-18.00 น. เนื่องจากที่ผ่านมามีการเก็บผลการทดลองระหว่างเวลา 08.00-17.00 น. ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่เรายังสามารถบรรจุพลังงานได้เนื่องจากใช้ แบตเตอรี่ขนาด 5 โวลต์ และ 12 โวลต์

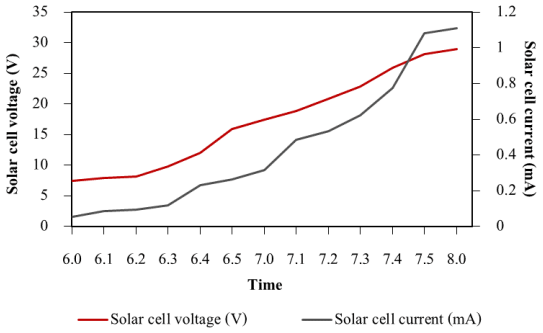
4.4.1 วัดหาค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์จากผลการบันทึกแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าของการผลิตพลังงานที่ได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ชนิด Crystalline Silicon Solar cell หรือ Monocrystalline silicon Solar Cell ขนาด 20 วัตต์ 60 วัตต์ และ 280 วัตต์ ในช่วงระหว่าง เวลา 06.00 - 08.00 น. แสดงดังภาพ



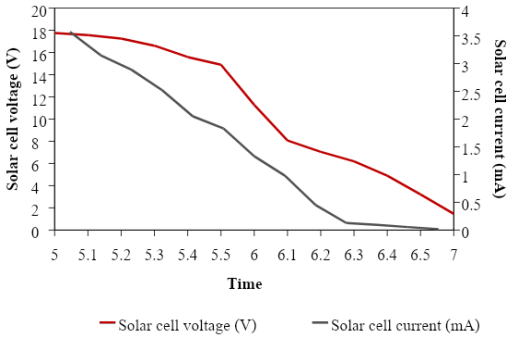
ภาพที่ 6 แรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 20 วัตต์ในช่วงเวลา 06.00-08.00 น.



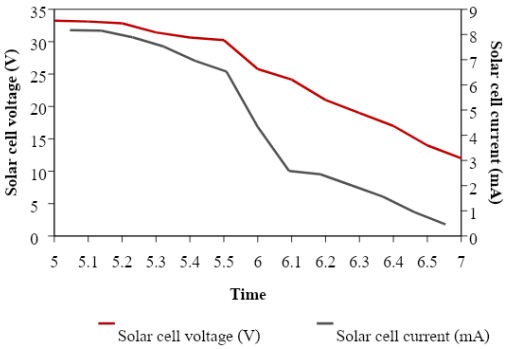
ภาพที่ 7 แรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 60 วัตต์ ในช่วงเวลา 06.00-08.00 น.



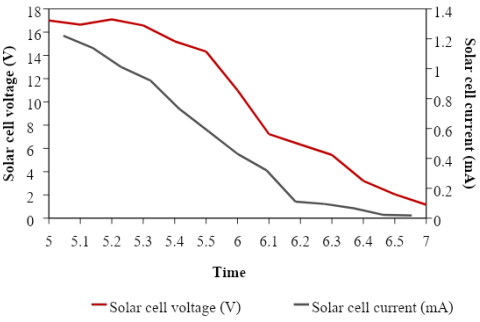
ภาพที่ 8 แรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 280 วัตต์ ในช่วงเวลา 06.00-08.00 น.



ภาพที่ 9 แรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 20 วัตต์ ในช่วงเวลา 17.00-19.00 น.



ภาพที่ 10 แรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 60 วัตต์ ในช่วงเวลา 17.00-19.00 น.



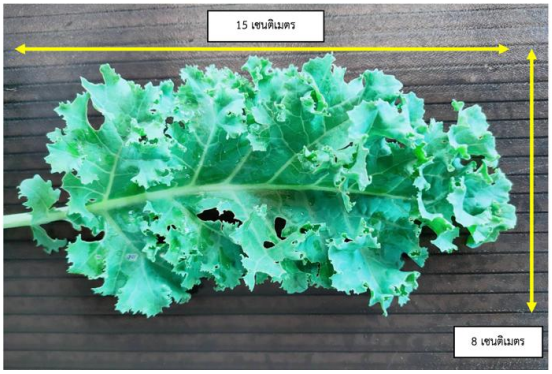
ภาพที่ 11 แรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 280 วัตต์ ในช่วงเวลา 17.00-19.00 น.

จากผลแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าของการผลิตพลังงานที่ได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ชนิด Crystalline Silicon Solar cell หรือ Monocrystalline silicon Solar Cell ขนาด 20 วัตต์ 60 วัตต์ และ 280 วัตต์ ในช่วงระหว่างเวลา 06.00 - 08.00 น. และในช่วงระหว่างเวลา 17.00 - 19.00 พบว่า แรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ขนาด 20 วัตต์ 60 วัตต์ และ 280 วัตต์ มีแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่เพียงพอจะนำมาใช้ในการจ่ายพลังงานให้กับแบตเตอรี่ขนาดเล็ก เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของแผงเซลล์แสงอาทิตย์และประหยัดไฟฟ้าจากการซื้อจากระบบสายส่ง

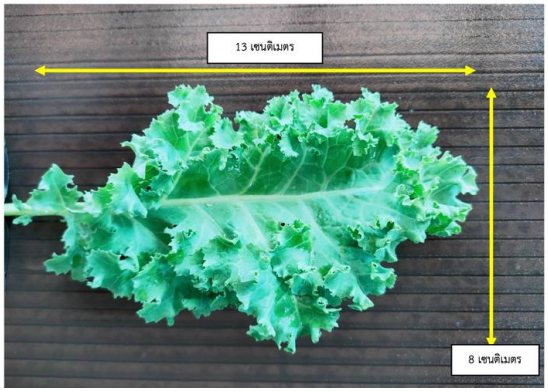
4.5 การเจริญเติบโตของพืชทดลอง กรณีศึกษาผักเคลในถุงเพาะขนาด 8 x 15 นิ้ว จำนวน 1 ต้น/ถุง ระยะเวลาในการเก็บผลผลิตตั้งแต่ 45 วันขึ้นไป มีระยะเวลา

การเก็บผลผลิตนาน 1-2 ปี โดยมีการเก็บตัวอย่างใบเพื่อทำการเปรียบเทียบการเจริญเติมโต ในระยะ 60-90 วัน เพื่อให้ต้นได้มีการเจริญเติบโตอย่างสมบูรณ์

เริ่มต้นการเก็บข้อมูล เริ่มนับจำนวนใบและวัดขนาดของผักเคล ที่ 20 วันเนื่องจากเป็นช่วงที่สามารถย้ายต้นกล้ามาปลูกในแปลงทดลองได้ และเริ่มเก็บตัวอย่างเมื่อครบ 60 วัน เนื่องจากเป็นการเจริญเติบโตเต็มที่พร้อมเก็บผลผลิตไม่มีการตัดแต่งใบทิ้ง โดยเก็บข้อมูลต่อจนถึงวันที่ 75 จึงได้ทำการตัดแต่งใบที่มีขนาดใหญ่สีเขียวเข้มทิ้งเนื่องจากจะมีรสขมไม่เหมาะกับการนำไปรับประทานแบบแกล้มกับอาหาร



ภาพที่ 12 พืชทดลองปลูกในแปลงดินแบบปกติ



ภาพที่ 13 พืชทดลองปลูกในโรงเรือนขนาดเล็ก

ภาพที่ 14 แสดงลักษณะของใบพืชเปรียบเทียบการเจริญเติบโต ลักษณะของใบ สีของใบ

โครงสร้างของระบบเทคโนโลยีการควบคุมอัตโนมัติสำหรับการปลูกพืช ประกอบด้วย

1. โครงสร้างที่ปลูกผักโดยระบบรดน้ำผักอัตโนมัติ กำหนดให้มีความสูง 109 เซนติเมตร ความกว้าง 40 เซนติเมตร ความยาว 75 เซนติเมตร สำหรับการออกแบบโครงสร้างจะประกอบไปด้วยทั้งหมด 2 ชั้น โดยชั้นที่ 1 จะเป็นชั้นสำหรับปลูกผักโดยแสงธรรมชาติจากแสงอาทิตย์ ชั้นที่ 2 จะเป็นชั้นสำหรับการปลูกผักโดยใช้ไฟเร่งเจริญเติบโตของพืช
2. ถังน้ำเป็นทรงกลมสำหรับบรรจุน้ำ ไม่เกิน 50 ลิตร
3. ปั๊มน้ำต้องสัมพันธ์กับการทำงานของมอเตอร์อยู่ที่ 80-120 ลิตร ต่อ 1ชั่วโมง ความสูงของการสูบน้ำได้สูงถึง 1 เมตร
4. ท่อน้ำขนาดเล็กแบบรดน้ำหยด ขนาด 1 นิ้ว
5. ภาชนะปลูกพืชเป็นแบบถุงขาว
6. หลอดไฟเร่งการเจริญเติบโตหลดไฟเร่งการเจริญเติบโต 12 โวลท์ กำลัง 50 วัตต์
7. ทามเมอร์ตั้งเวลา ขนาด 12 โวลท์ ทำหน้าที่เปิด-ปิด หลอดไฟในเวลากลางคืน
8. ชุดระบบควบคุมอัตโนมัติสำหรับสั่งการของบอร์ดและควบคุมระบบอัตโนมัติ
9. แผงโซล่าเซลล์ ขนาด ไม่น้อยกว่า 20W, 12V และเลือกใช้แบตเตอรี่ ขนาด 12V/9 A/H

ตารางที่ 1 ผลการเจริญเติบโตของผักเคล จากแปลงปลูกในดินให้น้ำแบบปกติ

ลำดับ	ลักษณะของผักเคล	ช่วงเวลา (วัน)							
		20	30	40	50	60	65	70	75
1	จำนวนใบ	3	5	7	14	20	28	32	35
2	ขนาดของใบ กว้างxยาว	1x1	1x3	3x6	5x12	7x13	8x14	8x14	8x15
3	สีของใบ	อ่อน	อ่อน	ปานกลาง	ปานกลาง	เข้ม	เข้ม	เข้ม	เข้ม

ตารางที่ 2 ผลการเจริญเติบโตของผักเคล จากแปลงปลูกในดินให้น้ำแบบอัตโนมัติและการให้แสงในเวลากลางคืน

ลำดับ	การทดสอบ	ช่วงเวลา (วัน)									
		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
1	จำนวนใบ	3	5	7	14	20	28	32	35	3	5
2	ขนาดของใบ	1x1	1x2	2x5	4x10	6x11	6x11	7x12	8x12	8x13	8x13
3	สีของใบ	อ่อน	อ่อน	ปานกลาง	ปานกลาง	เข้ม	เข้ม	เข้ม	เข้ม	อ่อน	อ่อน

6. อภิปรายผลการวิจัย

ผลการทดสอบระบบรดน้ำแปลงผักอัตโนมัติ โดยรวมสามารถทำงานได้เป็นอย่างดี โดยการนำวงจรอาดูโน่มาประยุกต์ใช้เป็นอุปกรณ์สั่งการได้แก่เซนเซอร์ตรวจจับความชื่นของดิน ซึ่งจะตั้งค่าวัดชื้นของดินอยู่ที่ 40 เปอร์เซ็นต์ ของความชื้นในดินเป็นค่าเริ่มต้นและจะมีการตั้งค่าความชื้นของดินอยู่ที่ 50-69% ซึ้งได้ทำการวิจัยของคณะผู้จัดทำแล้วว่าค่าความชื่นที่พืชต้องการเหมาะสมมากที่สุด พืชจะมีการเจริญเติบโตได้ดีที่สุดในสภาวะนี้ และนั้นผู้วิจัยได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของหลอดไฟ LED โดยตั้งเวลาในการเปิด-ปิดไฟ ระหว่าง 19.00-03.00 น. ซึ่งจะเปิดไฟได้ไม่เกิน 8 ชั่วโมงต่อวัน เพราะจะทำให้เกิดความร้อนมากจนเกินไปอาจจะทำให้พืชผักหรือผลผลิตเกิดความเสียหายได้ โดยหลอดไฟ LED สีแดง : สีน้ำเงิน : สีขาว วิธีที่ผู้วิจัยได้ทำการทดลอง โดยพืชที่ได้รับแสงที่ความเข้มของแสง 1100 ลูเมน จะมีชีวิตรอดและการเจริญเติบโตดีกว่า พืชที่ได้รับแสงที่ความเข้มแสง 900, 700 และ 500 ลูเมน และส่วนระบบโดยรวมถือว่าใช้งานได้ปกติ

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 ควรที่จะเพิ่มแผงโซล่าเซลล์เพื่อที่ประหยัดพลังงานไฟฟ้า

7.2 หากต้องการที่จะใช้งานในแปลงเกษตรจะต้องเปลี่ยนมอเตอร์ปั๊มน้ำใหม่

7.3 ควรที่จะปรับค่าความเข้มของแสงได้และจะเกิดความเหมาะสมแก่พืชชนิดนั้น

7.4 หากต้องการเก็บพลังงานไว้ใช้งานเป็นเวลานานขึ้นควรที่จะเป็นแบตเตอรี่ใหม่

8. กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำปริญญานิพนธ์ออกแบบชุดสาธิตสมาร์ทฟาร์มกรณีศึกษาระบบสั่งการรดน้ำอัตโนมัติ ประสบความสำเร็จไปด้วยดี เป็นเพราะได้รับการชี้แนะในเรื่องต่าง ๆ อันเป็นความรู้และแนวทางในการทำงาน รวมทั้งเครื่องมืออุปกรณ์และสถานที่ ตลอดจนความเอาใจใส่ และการให้คำปรึกษาเป็นอย่างดีจึงขอขอบพระคุณ

สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม ที่ได้ให้คำปรึกษาและสนับสนุน รวมทั้งอาจารย์ เจ้าหน้าที่และเกษตรกรทุกท่านที่ให้ความสะดวกในการจัดหาสถานที่ วัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ และให้คำแนะนำต่าง ๆ

ที่เป็นประโยชน์ต่อการทำปริญญานิพนธ์และขอขอบพระคุณภาควิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี จนทำให้ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

9. เอกสารอ้างอิง

[1] คณุตฆ์ แซ่ม้า และสุรชัย แซ่จ๋าว. (2561). *ระบบรด น้ำแปลงผักอัตโนมัติ* (ปริญญานิพนธ์อุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ.

[2] ชัญญา ไทยเจริญ และสิทธิศักดิ์ สิทธิเขตการ. (2562). *ระบบรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติและแอพพลิเคชั่นควบคุมโรงเรือนอัจฉริยะ*. กรุงเทพฯ: วิทยาลัยเทคโนโลยีอรรถวิทย์พณิชยการ.

[3] ทองล้วน สิงห์นันท์ และ วันดี หวังคะพันธ์. (2559). *ระบบควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติด้วยเซนเซอร์ความชื้นของดิน*. (รายงานวิจัย). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์.

[4] นราธิป ทองปาน และธนาพัฒน์ เที่ยงภักดิ์. (2559). ผลการทดลองใช้ระบบรดน้ำอัตโนมัติผ่านเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายในแปลงทดลองของเกษตรกร. *วารสารวิชาการการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรม. 3*(1), 5-9.

[5] ศุภฤกษ์ เชาวลิตตระกูล. (2560). *ระบบปลูกผักสลัดไฮโดรโปนิกส์แบบอัตโนมัติ* (ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการจัดการ). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.

[6] เอกลักษณ์ สุมนพันธ์ และ สมเกียรติ บุญรอดดิษฐ์. (2555). *ระบบควบคุมการรดน้ำต้นไม้ด้วยการตรวจสอบความชื้นผ่านโปรโตคอลซิกบี* (ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมคอมพิวเตอร์). ตาก: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านา.