การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 44
The 44th Electrical Engineering Conference (EECON44)
วันที่ 17-19 พฤศจิกายน 2564 ณ โรงแรม ดิ อิมเพรส น่าน อำเภอเมืองน่าน จังหวัดน่าน

ระบบควบคุมการปรับสภาพแวดล้อมของการเพาะปลูกพืชไมโครกรีนแบบอัตโนมัติผ่านเว็ปแอพพลิเคชั่น

Automatic Control System for Adjusting Environment of Microgreen Plant via Web Application

วนายุทธ์ แสนเงิน, จิรานุวัฒน์ คันศร, ฉัตรปไน แสงเขียว และ วัจน์กร สุวดินทร์กูร
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม wanayuth.sa@spu.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอ ระบบควบคุมการปรับสภาพแวดล้อมการเพาะปลูกของพืชไมโครกรีนแบบอัตโนมัติผ่านเว็ปแอพพลิเคชั่นออนไลน์ ด้วย การควบคุมอุณหภูมิน้ำ การปรับค่า pH และตรวจวัดค่า EC การควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในอากาศ รวมถึงแสงเทียมสีน้ำม่วง สีขาว ในการเพาะปลูกใช้พืช 2 ชนิด ช่วงที่เป็นเมล็ด ให้รดน้ำพืชทุกๆ 1 ชั่วโมง ครั้งละ 15 วินาที ตั้งแต่ 8:00 ถึง 17:00 น. และช่วงที่เจริญเติบโต รดน้ำ 2 เวลา คือ 7:00 น. และ 17:00 น. รดน้ำครั้งละ 20 วินาที โดยอัตราส่วนของน้ำ 1 ลิตร ต่อ กรดไนตริก ความเข้มข้น 5 มิลลิลิตร ใช้เวลาประมาณ 75 วินาที เพื่อทำให้ค่า pH อยู่ที่ 5.8 - 6.3 การปรับอุณหภูมิน้ำกำหนด 25-27 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 75 นาที ด้วยแผ่นพาวเทียร์ และอุณหภูมิอากาศอยู่ 25-27 องศาเซลเซียส ความชื้นในอากาศควบคุมอยู่ที่ 70-80 % RH รวมถึงจ่ายแสงเทียมสีม่วง สีขาว ช่วงเวลา 8:00 ถึง 17:00 น. ทำให้พืชเจริญเติบโตได้ดีกว่าการปลูกแบบปกติ

คำสำคัญ : ไมโครกรีน, สมองกลฝังตัว, ควบคุมอุณหภูมิน้ำ, ระบบควบคุมอัตโนมัติ,

Abstract

This article is propose the automatic control system for adjusting environment of microgreen plant via web application online. By control the water temperature, pH of water with EC, temperature and humidity with environment inside the plant and purple lighting, white lighting which are presented. The plant process used two types of seed with the period of seed condition and growth. Water supply is 15 second per every hour in 8:00 PM. To 17:00 PM. of seed period and 20 second at time 7:00 PM and 17:00 PM with growth period. By nitric acid 5 ml. per 1 lite water use to adjust the pH in range 5.8 - 6.3 with 75 second. By adjust the temperature of water in range 25-27 degree Celsius is use 75 minute by using Peltier device and temperature air in range 25-27 degree Celsius and humidity 70-80 % RH are set with purple lighting and white lighting is operated on 8:00 PM. To 17:00 PM. Therefore, this system can perform to control the microgreen plant environment effectively.

Keywords: Microgreen, Embedded System, Water Temperature Control, Automatic Control System,

1. บทนำ

ในปัจจุบันผู้คนอาศัยอยู่ในสังคมเมืองเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง มักจะประสบปัญหาสุขภาพ เนื่องจากต้องพบเจอกับมลพิษทางสิ่งแวดล้อม การบริโภคอาหาร ผักและผลไม้ ซึ่งไม่เพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย สาเหตุหลักมาจากความไม่สะดวก เวลาที่จำกัด และไม่สามารถหาอาหารที่ปลอดภัยมาบริโภคได้อย่างเพียงพอ ข้อจำกัดในเรื่องของสถานที่อยู่อาศัย จึงทำให้ไม่สามารถปลูกผักไว้รับประทานเองได้ทำให้ประสบปัญหาความไม่มั่นคงทางด้านอาหาร ที่มาจากความไม่สมดุลของความต้องการอาหารที่มีมากขึ้น แต่พื้นที่ในการผลิตมีเท่าเดิม ดังนั้นผักไมโครกรีน (Microgreens) [1-2] เป็นผลผลิตที่เกิดจากการนำเมล็ดผักหรือสมุนไพรมาเพาะให้งอกและเจริญเติบโต หลังจากงอกออกมาจากเมล็ดแล้วอายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 7-14 วันหลังเพาะ มีคุณค่าทางอาหารสูง เป็นแหล่งของวิตามินและแร่ธาตุ เมื่อเปรียบเทียบกับผักชนิดเดียวกันที่มีการเจริญเติบโตเต็มที่ 3-9 เท่า ผักไมโครกรีนจึงเป็นอีกหนึ่งทางเลือกในการเข้าถึงการบริโภคผักที่ปลอดภัย และเป็นประโยชน์ต่อร่างกายของคนในสังคมเมืองที่มีข้อจำกัดในเรื่องของสถานที่ การหาปัจจัยการผลิตและเวลาที่จำกัด ดังนั้นจึงได้พัฒนาระบบการปลูกผักไมโครกรีนแบบอัตโนมัติ เพื่อควบคุมสภาพแวดล้อมภายในการเพาะปลูก จึงมีความสำคัญในควบคุมให้ตรงกับพืชชนิดนั้นๆ และการให้แร่ธาตุสารอาหารตรงตามความต้องการของพืชในช่วงเวลาการเจริญเติบโตให้เหมาะสม

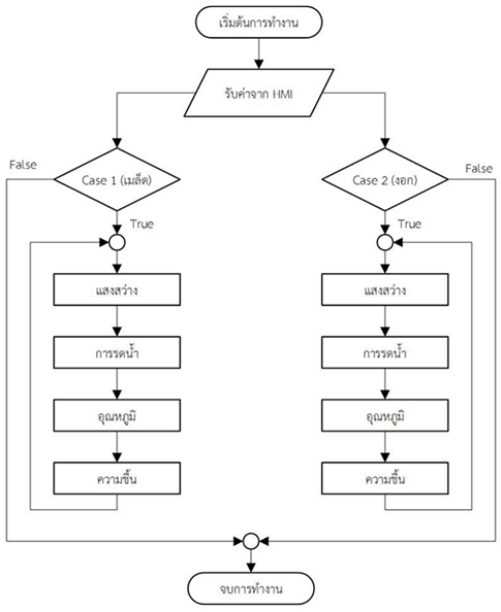
2. การออกแบบระบบปรับสภาพแวดล้อมการเพาะปลูก

รูปที่ 1 ไดอะแกรมการทำงานของระบบปรับสภาพแวดล้อม

หลักการทำงานของระบบปรับสภาพแวดล้อมสำหรับการปลูกพืชไมโครกรีนแบบอัตโนมัติและแจ้งเตือนผ่านสมาร์ทโฟน แบ่งเป็นหน่วยประมวลผลไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega 2560 [3] และหน่วยแสดงผลข้อมูลและรับค่าอินพุต ด้วยหน้าจอแบบสัมผัส HMI [4] และติดต่อสื่อสารแบบ Modbus RS232 [5] ไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยที่หน่วยประมวลผลจะทำหน้าที่รับค่าอุณหภูมิและความชื้น [6], ค่า pH และ EC ของน้ำ [7] ค่าอุณหภูมิน้ำ แล้วนำค่าไปประมวลผลตามรูปแบบของโปรแกรม และสั่งงานต่อไปยังอุปกรณ์ รีเลย์ เพื่อควบคุมการเปิดปิดของอุปกรณ์เอาต์พุต มอเตอร์ปั๊มน้ำสำหรับพ่นหมอกปรับความชื้น, พัดลมสำหรับปรับลดอุณหภูมิ, มอเตอร์ปั๊มสารละลายปรับค่า pH และควบคุมการทำงานของแสงเทียม ในหน่วย HMI จะทำหน้าที่แสดงค่าอุณหภูมิ, ความชื้น และค่าสถานะการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ และกำหนดค่าของอุณหภูมิและความชื้น, ค่า pH และอุณหภูมิของน้ำ, ช่วงเวลาของการรดน้ำและเวลาการทำงานของแสงเทียม [8].

2.1 การออกแบบโปรแกรมควบคุม

ส่วนของโปรแกรมหลักจะมีหน้าที่ควบคุมการทำงานของระบบทั้งหมด การควบคุมและสั่งการทุกอย่างสามารถสั่งงานผ่าหน้าจอ HMI แล้วจะส่งต่อไปยัง ไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อทำการรับค่าอินพุต และสั่งงานเอาต์พุตต่อไป

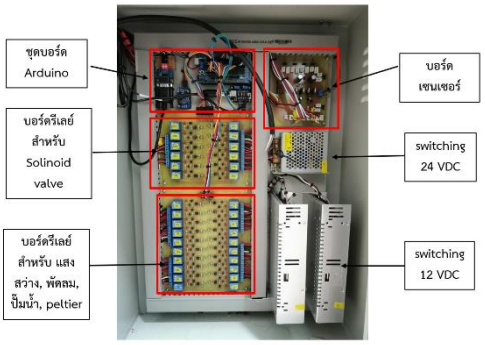


รูปที่ 2 ผังงานของระบบควบคุมอัตโนมัติ

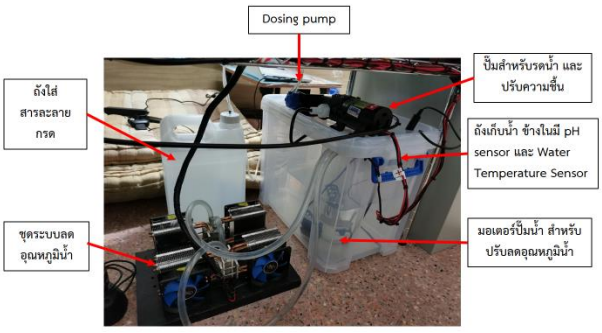
3. โครงสร้างของระบบปลูกผักไมโครกรีน

การสร้างชั้นวางสำหรับใช้ในการปลูกมี 3 ชั้น แต่ละชั้นจะมีกล่องปลูกไมโครกรีนชั้นละ 2 กล่องข้างใต้ชั้นปลูกจะเป็นที่วางสำหรับระบบปรับอุณหภูมิน้ำ, ถังใส่น้ำ, สารละลายกรด และตู้คอนโทรล

รูปที่ 3 ชั้นสำหรับปลูกไมโครกรีน



รูปที่ 4 ตู้ควบคุมสำหรับปลูกผักไมโครกรีน



รูปที่ 5 ระบบปรับอุณหภูมิน้ำ, ถังใส่น้ำ, สารละลายกรด

4. การทดสอบระบบควบคุม

4.1 การทดสอบระบบควบคุมการรดน้ำ

ทดสอบระบบการรดน้ำตอนเป็นเมล็ดโดยกำหนดให้รดน้ำตลอดทุกๆ 1 ชั่วโมง ครั้งละ 15 วินาที

ตารางที่ 1 ผลทดสอบการทำงานของระบบรดน้ำช่วงเป็นเมล็ด

ครั้งที่	เวลา	สถานะ	เวลา	สถานะ
1	07:00:00 น.	ทำงาน	07:00:15 น.	หยุดทำงาน
2	08:00:00 น.	ทำงาน	08:00:15 น.	หยุดทำงาน
3	09:00:00 น.	ทำงาน	09:00:15 น.	หยุดทำงาน

ทดสอบระบบการรดน้ำตอนเป็นต้นอ่อน โดยกำหนดให้รดน้ำ 2 เวลาคือ 7:00 น. และ 17:00 น. ครั้งละ 20 วินาที

ตารางที่ 2 ผลทดสอบการทำงานของระบบรดน้ำช่วงเป็นต้นอ่อน

ครั้งที่	เวลา	สถานะ	เวลา	สถานะ
1	07:00:00 น.	ทำงาน	07:00:20 น.	หยุดทำงาน
2	17:00:00 น.	ทำงาน	17:00:20 น.	หยุดทำงาน

4.2 การทดสอบระบบควบคุมเปิดปิดแสง

ทดสอบระบบการเปิด-ปิดไฟ โดยกำหนดให้เปิดไฟตั้งแต่ 07:00น.– 17:00 น., 08:00 น. – 16:00 น. และ 08:00 น. – 17:00 น.

ตารางที่ 3 ผลทดสอบการทำงานของระบบการเปิด-ปิดไฟ

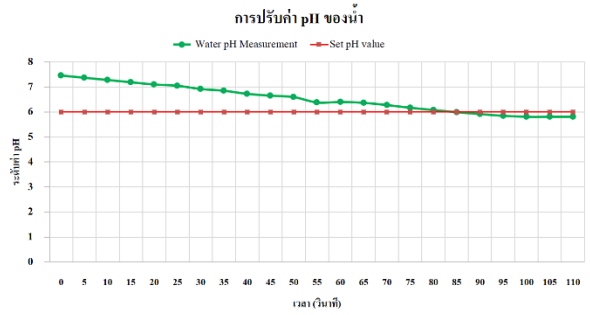
ครั้งที่	เวลา	สถานะ	เวลา	สถานะ
1	07:00:00 น.	ทำงาน	17:00:00 น.	หยุดทำงาน
2	08:00:00 น.	ทำงาน	16:00:00 น.	หยุดทำงาน
3	08:00:00 น.	ทำงาน	17:00:00 น.	หยุดทำงาน

4.3 การทดสอบระบบควบคุมค่า pH

ทดสอบระบบการวัดค่า pH ของน้ำ โดยกำหนดให้ค่า pH มีค่าอยู่ที่ 5.8 - 6.3 ระบบจะทำงานเพื่อให้ได้ค่า pH อยู่ในค่าที่กำหนดไว้

ตารางที่ 4 ผลทดสอบสถานะของมอเตอร์ปั๊มและวัดค่า pH ของน้ำ

ครั้งที่	ค่า pH	สถานะของปั๊มสารละลาย
1	8.6	ทำงาน
2	7.0	ทำงาน
3	6.3	ทำงาน
4	5.8	หยุดทำงาน



รูปที่ 6 ระบบปรับ pH ของน้ำ โดยสารละลายกรดไนตริกในน้ำ

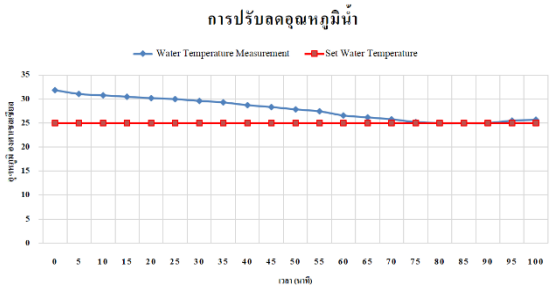
จากรูปที่ 6 ผลการทดสอบระบบการผสมสารละลายกรดไนตริกในน้ำ โดยใช้อัตราส่วนของน้ำ 1 ลิตร ต่อ กรดไนตริก (pH) ความเข้มข้น 5 มิลลิลิตร เมื่อเริ่มทดสอบระบบใช้เวลาประมาณ 75 วินาที เพื่อทำให้ค่ากรดไนตริก (pH) มีค่าอยู่ที่ประมาณ 6.0 เหมาะสำหรับการเพาะปลูกพืชไมโครกรีน

4.4 การทดสอบระบบควบคุมปรับลดอุณหภูมิน้ำ

ทดสอบระบบการวัดอุณหภูมิของน้ำ โดยกำหนดให้อุณหภูมิของน้ำมีค่าอยู่ที่ 25 - 27°C ระบบจะทำงานเพื่อให้ได้อุณหภูมิของน้ำอยู่ในค่าที่กำหนดไว้

ตารางที่ 5 ผลทดสอบการทำงานของระบบการการวัดอุณหภูมิของน้ำ

ครั้งที่	ค่าอุณหภูมิ (°C)	สถานะ ระบบปั๊มน้ำ	สถานะ ระบบความเย็น
1	30	ทำงาน	ทำงาน
3	28	ทำงาน	ทำงาน
3	26	ทำงาน	ทำงาน
4	25	หยุดทำงาน	หยุดทำงาน



รูปที่ 7 ระบบปรับอุณหภูมิน้ำ, ถังใส่น้ำ, สารละลายกรด

จากรูปที่ 7 ผลการทดสอบการปรับลดอุณหภูมิน้ำ ในอุณหภูมิห้องโดยระบบน้ำอุณหภูมิอยู่ที่ประมาณ 32 °C เมื่อเริ่มทำการทดสอบระบบประลดอุณหภูมิน้ำ ใช้เวลาประมาณ 75 นาที เพื่อทำให้น้ำในถังมีอุณหภูมิอยู่ที่ประมาณ 25 °C ตามที่ได้กำหนดไว้จากผู้ใช้งาน

4.5 การทดสอบระบบควบคุมปรับลดความชื้น

ทดสอบระบบการวัดความชื้น %RH โดยกำหนดให้ค่าความชื้นอยู่ที่ 70 %RH ระบบจะทำงานเพื่อให้ได้ ความชื้นอยู่ในค่าที่กำหนดไว้ โดยทำการปรับลดความชื้น ด้วยพัดลมดูดอากาศภายในตู้ โดยตัวอุปกรณ์เซนเซอร์จะตรวจวัดค่าความชื้นในขณะระบบทำงานอย่างต่อเนื่อง โดยค่าความชื้นและสถานะของการทำงานพัดลม แสดงดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลทดสอบการทำงานของระบบการปรับค่าความชื้น

ครั้งที่	ค่าความชื้น (%RH)	สถานะของพัดลม
1	90	ทำงาน
2	85	ทำงาน
3	80	ทำงาน
4	75	ทำงาน
5	70	หยุดทำงาน

4.6 เปรียบเทียบการปลูกด้วยใช้แสงเทียม

ผลการทดสอบการปลูกพืชไมโครกรีนเพื่อเปรียบเทียบและข้อแตกต่างของการปลูกพืชไมโครกรีน 2 ชนิด คือ ทานตะวันและผักบุ้ง โดยทำการทดสอบการปลูกแบบอัตโนมัติด้วยแสงสีขาว สีม่วง และการปลูกแบบไม่ใช้แสงเทียม ในการทดสอบการปลูกแบบอัตโนมัติจะกำหนดเวลาการรดน้ำ, อุณหภูมิของน้ำ, ค่า pH ของน้ำ, ค่าความชื้น, เวลาเปิดปิดแสงสว่างเหมือนกัน โดยกำหนดดังนี้ (1) ช่วงที่เป็นเมล็ด รดน้ำตั้งแต่ 8:00 – 17:00 น. รดน้ำทุกๆ 2 ชั่วโมง ครั้งละ 30 วินาที, (2) ช่วงที่เจริญเติบโต รดน้ำ 2 เวลา คือ 8:00 น. และ 17:00 น. รดน้ำครั้งละ 60 วินาที, (3) ค่าอุณหภูมิของน้ำควบคุมอยู่ที่ 25- 27 ºC, (4) ค่า pH ของน้ำควบคุมอยู่ที่ 5.8 – 6.3, (5) ค่าความชื้นควบคุมอยู่ที่ 70 – 80 % RH, และ (6) ช่วงเวลาที่เปิดไฟคือ 8:00 – 17:00 น.

ตารางที่ 8 ตารางการบันทึกผลของผักบุ้ง

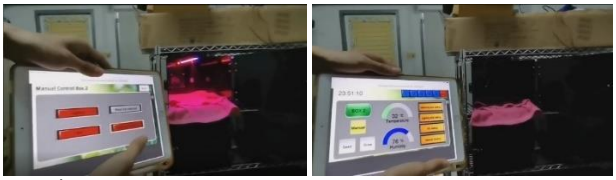
แสงที่ใช้ปลูก	ความสูงของต้นผักบุ้ง (เซนติเมตร)		จำนวนเมล็ดที่เติมโต (ต้น)		ความสูงเฉลี่ย (เซนติเมตร)
	สูงสุด	ต่ำสุด	ไม่สมบูรณ์	สมบูรณ์	
สีม่วง	14	4	15	34	10.4
สีขาว	15	2	9	47	10.7
ไม่ใช้แสง	13	5	5	37	9.8

ตารางที่ 9 ตารางการบันทึกผลของทานตะวัน

แสงที่ใช้ปลูก	ความสูงของต้นผักบุ้ง (เซนติเมตร)		จำนวนเมล็ดที่เติมโต (ต้น)		ความสูงเฉลี่ย (เซนติเมตร)
	สูงสุด	ต่ำสุด	ไม่สมบูรณ์	สมบูรณ์	
สีม่วง	12	3	18	48	9.4
สีขาว	12	2	23	52	8.7
ไม่ใช้แสง	10	2	24	68	7.8

4.7 การควบคุมและแจ้งเตือนผ่านเว็บแอพพลิเคชั่นออนไลน์

หน้าจอแบบสัมผัส (HMI samkoon) มีฟังก์ชั่นการใช้งานที่สามารถควบคุมหน้าจอผ่านอุปกรณ์เคลื่อนที่อื่นๆ เช่น สมาร์ทโฟน หรือ แท็บเล็ต โดยอุปกรณ์ที่จะใช้งานจะต้องติดตั้งแอพพลิเคชั่นที่ชื่อว่า HMI Client มีทั้งในระบบปฏิบัติการ Android และ IOS ในการทดลองผู้จัดทำได้แท็บเล็ต คือ iPad ในการทดลองควบคุมสั่งงานหน้าจอ HMI ผ่านระบบอินเทอร์เน็ต ในการควบคุมผ่านอุปกรณ์เคลื่อนที่อื่นๆ จะสามารถควบคุมการทำงานต่างๆของหน้าจอ HMI ได้เหมือนกันทุกอย่าง เหมือนกับการที่ควบคุมที่หน้าจอ HMI แต่การควบคุมผ่านอุปกรณ์เคลื่อนที่อื่นๆมีการหน่วงเป็นเวลาประมาณ 1 วินาที



รูปที่ 7 การควบคุมการทำงานและแสดงข้อมูลสถานะโดยผ่านอุปกรณ์แท็บเล็ต

5. บทสรุป

ระบบปลูกผักไมโครกรีนไร้ดินแบบอัตโนมัติ การปรับค่า pH ผู้ปลูกจะต้องปรับให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมกับอายุการปลูกและชนิดของพืชนั้นๆ ด้วย โดยปกติค่า pH ที่ใช้ในการปลูกพืชจะมีค่าอยู่ในช่วง 5.5 ถึง 7.0 แต่ค่าที่ดีที่สุดต่อธาตุอาหารพืช ค่า pH จะอยู่ที่ 5.8 ถึง 6.3 การใช้แสงเทียม สามารถช่วยให้การเจริญเติบโตของพืชได้อย่างต่อเนื่อง และการเจริญเติบโตได้เร็วกว่าการไม่ใช้แสงเทียม ดังนั้นการใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพและได้ผลผลิตที่ดีขึ้นจากการควบคุมปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชไมโครกรีน ใช้งานได้เป็นอย่างดีด้วยระบบสมองกลควบคุมอัตโนมัติ ในการเพาะปลูก และยังสามารถแจ้งเตือนแบบเรียลไทม์ เพื่อติดตามการเจริญเติบโตและช่วยเพิ่มความสะดวกต่อการใช้งานยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] กรรณิกา บุญพาธรรม และดนุพล เกษไธสง, การประเมินผลผลิตและสารออกฤทธิ์ทาง ชีวภาพในผักไมโครกรีน 13 ชนิด. แก่นเกษตร, 45(1): 368-73, 2560.

[2] Xiao X, et al. “Assessment of vitamin and carotenoid concentrations of emerging food products: edible microgreens,” Journal of Agricultural and Food Chemistry; 60(31):7644-51, 2012.

[3] Arduino, “บอร์ด Arduino MEGA 2560,” [ออนไลน์] แหล่งที่มา: http://www.lungmaker.com/ arduino-mega-2560. สืบค้นเมื่อ ธันวาคม 2563.

[4] HMI, “การแสดงผลข้อมูลด้วย HMI,” [ออนไลน์] แหล่งที่มา: http://www.energyscopethai.com/ hmi-programming, สืบค้นเมื่อ ธันวาคม 2563.

[5] RS232, “การสื่อสารข้อมูลแบบ RS232,” [ออนไลน์] แหล่งที่มา: https://www.omi.co.th/ th/article /rs232. สืบค้นเมื่อ ธันวาคม 2563.

[6] เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น, “บทความ ESPino32 ตอนที่ 13 การใช้งานเซ็นเซอร์,” [ออนไลน์] แหล่งที่มา: https://blog.thaieasyelec.com/espino32-ch13-how-to-work-with-sensors , สืบค้นเมื่อ พฤศจิกายน 2563.

[7] pH and EC, “ค่า pH และค่า EC,” (2557) [ออนไลน์] แหล่งที่มา: http://zen-hydroponics.blogspot.com/2014/06/ph-ec.html สืบค้นเมื่อ พฤศจิกายน 2563.

[8] นภัทร วัจนเทพินทร์ และไชยยันต์ บุญมี. “ไดโอดเปล่งแสงสีอะไรเหมาะสมกับการปลูกพืช,” ว.วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. นนทบุรี, 2560.