

ชุดระบบควบคุมอุณหภูมิน้ำสำหรับการปลูกผักขึ้นฉ่ายไฮโดรโปนิคส์

Control System of Water Temperature for Chinese Celery Growing Hydroponic Vegetables

ธีรศาสตร์ คณาศรี

Teerasad Kanasri

คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด

Faculty of Liberal Arts and Science, Roi Et Rajabhat University

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาเรื่องการปลูกผักไฮโดรโปนิคส์ควบคุมอุณหภูมิตรวจจับด้วยเซ็นเซอร์ โดยมีวัตถุประสงค์คือ (1) เพื่อออกแบบและสร้างระบบควบคุมอุณหภูมิน้ำโดยใช้แผ่นเทอร์โมอิเล็กทริกสำหรับการปลูกผักไฮโดรโปนิคส์ระบบ NFT และ (2) เพื่อหาประสิทธิภาพการปลูกผักไฮโดรโปนิคส์ที่ควบคุมอุณหภูมิด้วยเซ็นเซอร์ โรงเรือนทำจากท่อพลาสติกทาสีขาวขนาดกว้าง ยาว และสูง เท่ากับ $0.8 \times 2.5 \times 1.8$ เมตร และมีช่องปลูกทั้งหมด 14 ช่องปลูก ออกแบบระบบไหลเวียนน้ำด้วยปั้มน้ำแรงดันต่ำ การทดสอบระบบควบคุมอุณหภูมิน้ำให้สม่ำเสมอตรวจจับด้วยเซ็นเซอร์ (RTD) การรักษาสภาวะอุณหภูมิน้ำใช้เพาเวอร์ซัพพลายเป็นวงจรแหล่งจ่ายแรงดัน และกระแสไฟฟ้าให้แผ่นเทอร์โมอิเล็กทริกจำนวน 3 แผ่น ขนาดพลังงานแผ่นละ 6.5 วัตต์ แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์ ทดสอบหาประสิทธิภาพระบบการปลูกผักไฮโดรโปนิคส์ ใช้อัตราการผสมสารละลายธาตุอาหารต่างกัน 2 ชนิด ทดลองการเพาะต้นกล้าผักขึ้นฉ่าย และการผสมสารละลายอัตราส่วนในการผสมตัวอย่างละ 50 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร จากการทดลอง พบว่า การคลุมด้วยพลาสติก และตาข่ายพรางแสงภายในโรงเรือนช่วยลดอุณหภูมิ 3°C ซึ่งเครื่องทำความเย็นระบบควบคุมสามารถรักษาอุณหภูมิน้ำสม่ำเสมอเฉลี่ยได้ 27.37°C จากผลการวัดรูปคลื่นสัญญาณวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงสามารถจ่ายแรงดันไฟฟ้าได้อย่างคงที่ เมื่อทดลองต่อแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริก และพัฒนาประสิทธิภาพความร้อน วัดกระแสได้ 15.4 แอมแปร์ ส่วนผลทดสอบเพาะปลูกใช้การเจริญเติบโตของผักขึ้นฉ่ายในอัตราธาตุอาหารเหมาะสมต่อผักขึ้นฉ่ายในระยะเวลา 5 สัปดาห์ เมื่อเปรียบเทียบผลการปลูก พบว่าระบบควบคุมอุณหภูมิน้ำดีกว่าระบบที่ไม่ใช้การทำความเย็นซึ่งมีค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโตสัปดาห์ละ 2 เซนติเมตร

คำสำคัญ: การปลูกผักไฮโดรโปนิคส์, วงจรรักษาระดับแรงดัน, เทอร์โมอิเล็กทริก

Abstract

This is a study of using sensors in the water temperature control system for growing Chinese celery through hydroponics. The purposes of the study were (1) to design and construct a water temperature control system using thermoelectric peltries for the NFT (Nutrient Film Technique) hydroponic vegetable growing and (2) to study the efficiency of the hydroponic vegetable growing

method using the constructed water temperature control system. The designed hydroponic greenhouse had a measurement of 0.8 m (W) x 2.5 m (L) x 1.8 m (H). It was made of plastic pipes, each of which had fourteen (14) plant holes. The watering system was controlled by a low-pressure water pump. The water temperature was controlled by an RTD (Resistance Temperature Detection) sensor specifically designed for the NFT hydroponic greenhouse. A power supply was used to give electric current to the water temperature control system and the three (3) thermoelectric peltries each needed a 6 watt and 12-volt DC power supply. To study the efficiency of the hydroponic growing, two different types of nutrient solutions were prepared. Fifty (50) ml of each type of the nutrient solution was mixed with 201l ml of water to plant celery sprouts. The results of the study revealed that the plastic covers and shading nets helped reduce the temperature inside the greenhouse by 3°C. Measuring the plant growth against the nutrient solution, the constant coolant can produce an average water temperature at 27.37°C. This is because waveform which forms the DC power supply can be supplied with constant voltage. When experimenting with thermoelectric plates and a cooling fan measuring 15.4 amperes, the test of growth of celery at the higher rate of nutrition was superior for growing the celery in 5 weeks. Comparing the results, this study found that the water temperature control system performed better than the non-refrigerated one with the increase in average growth rate of 2 centimeters per week.

Keywords: hydroponics, converter circuit, thermoelectric



บทนำ

การปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ (hydroponics) คือ การปลูกโดยไม่ใช้ดินหรือเป็นการปลูกพืชผักในน้ำ ที่มีแร่ธาตุอาหารพืชละลายอยู่ หรือเป็นการปลูกพืชใน สารละลายธาตุอาหารพืช และอาจเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ผักไร้ดิน (Thongket, 2013; Thongaram, 2015) ซึ่งในปัจจุบันเป็นที่นิยมกันอย่างกว้างขวาง มีการปลูกในระดับอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ และทำรายได้ให้แก่ผู้ประกอบการ สูงถึง 80,000 ล้านบาทต่อปี (Department of Agricultural Extension, 2014) เนื่องจากผู้บริโภคในยุคปัจจุบันได้หันมาให้ความสนใจเกี่ยวกับสุขภาพกันมากขึ้นเพราะเป็นการปลูกแบบใช้น้ำ ผู้บริโภคจึงเลือกที่จะบริโภคผักที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์ ซึ่งมีการปลูกในโรงเรือนที่ควบคุม แสงศัตรูพืชได้ ทำให้มีการปนเปื้อนสารเคมีน้อยลงผักที่ได้จึงเป็นผักอนามัย วรากร สังข์กระแสนร์, ธรรมชาติ กลิ่นเกษร และเสกสรรค์ มธุลาภรังสรรค์ (Sangkrasae,

Klinkesorn & Mathulapransan, 2014) รายงานว่า การปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์ สามารถแบ่งย่อยได้อีก 3 ระบบ ได้แก่ (1) ระบบเอ็นเอฟที (NFT) เป็นการปลูกพืช โดยให้รากแช่อยู่ในสารละลายโดยตรง ซึ่งสารละลายจะไหลผ่านรากพืช ตลอดเวลาโดยทั่วไปกำหนดให้น้ำที่ไหลผ่านมีความหนาประมาณ 2-3 มิลลิเมตร (2) ระบบดีเอฟที (DFT) เป็นระบบที่ปลูกพืชโดยรากแช่อยู่ในสารละลายลึก ประมาณ 15-20 เซนติเมตร โดยมีการปลูกพืชบนแผ่นโฟม หรือวัสดุลอยน้ำได้เพื่อยึดลำต้นแต่จะปล่อยให้รากเป็นอิสระในน้ำ ระบบนี้จะไม่มีความลาดเอียงโดยเป็นระบบที่มีการหมุนเวียนสารละลายโดยใช้ปั๊มดูดสารละลายจากถังพักขึ้นมาใช้ใหม่ในระบบ เพื่อให้เกิดการหมุนเวียนและ (3) ระบบดีอาร์เอฟที (DRFT) เป็นระบบการปลูกพืชให้รากแช่อยู่ในน้ำส่วนหนึ่งและอีกส่วนหนึ่งสร้างรากอากาศเพื่อช่วยในการหายใจ โดยทำให้พืชที่ปลูกในระบบนี้สามารถเจริญเติบโตในอุณหภูมิของสารละลายสูงกว่าระบบอื่น ๆ

ขึ้นฉ่าย (celery) เป็นผักในตระกูลเดียวกับผักชีที่ใ้ใบ และก้านใบ สำหรับรับประทานสด น้ำผัก หรือนำมาประกอบอาหาร จำพวกยำ ต้ม และแกง เนื่องจากมีกลิ่นหอมเย็น สามารถดับกลิ่นคาวปลา คาวเนื้อได้เป็นอย่างดี นอกจาก ขึ้นฉ่ายจะเป็นผักสวนครัวที่สามารถนำมาประกอบอาหารได้หลายชนิดแล้ว จากการวิจัยยังพบว่าขึ้นฉ่ายมีสรรพคุณทางยาสมุนไพร ช่วยลดความดันโลหิต เนื่องจากสารบางชนิดในขึ้นฉ่ายทำให้หลอดเลือดขยายตัว จึงป้องกันโรคหัวใจขาดเลือด เหมาะสำหรับคนเป็นโรคไต เพราะเป็นผักที่มีโซเดียมน้อยมาก แถมยังช่วยป้องกันการเกิดมะเร็งได้ ขึ้นฉ่ายเป็นผักชนิดหนึ่งที่ปลูกยากกว่าผักชนิดอื่น (Chinnasaen et al., 2016) เนื่องจากการปลูกลงดินมีปัญหาโรคพืช ซึ่งโรคจะอยู่ในดินเป็นเวลา 1 ปี ทำให้ไม่สามารถปลูกลงดินซ้ำที่เดิมได้ต้องทิ้งระยะเวลาไว้ 1 ปี ถึงจะปลูกซ้ำดินเดิมได้ ประเทศไทยเป็นประเทศที่ร้อนการปลูกขึ้นฉ่ายจึงต้องการอุณหภูมิที่เย็นเพื่อให้ผักเจริญเติบโตได้เต็มที่แปลงปลูกต้องมีความชุ่มชื้นเพื่อให้สามารถทนต่อสภาพอากาศร้อน ถ้าดินแห้งจะทำให้รากหรือใบของต้นขึ้นฉ่ายแห้งตายได้ง่าย และยังมีแมลงศัตรูพืชที่มากัดกินใบต้นอ่อน เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ราคาของขึ้นฉ่ายมีราคาค่อนข้างสูง และอีกหนึ่งวิธีที่จะปลูกขึ้นฉ่ายได้ตลอดทั้งปีคือการปลูกระบบไฮโดรโปนิคส์และเป็นการปลูกที่ปลอดภัยไร้สารพิษตกค้าง เพราะผักไฮโดรโปนิคส์จะใช้สารละลายธาตุอาหารในน้ำและไม่ใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชซึ่งเป็นอีกหนึ่ง ทางเลือกสำหรับแก้ปัญหาของสารพิษตกค้างในดินและศัตรูพืชได้ จากการสอบถามฟาร์มไฮโดรปลูกไฮโดรโปนิคส์ รายงานว่า ปัญหาส่วนใหญ่ที่ฟาร์มผลิตผักจะพบ ได้แก่ปัญหาด้านการควบคุมอุณหภูมิเนื่องมาจากภูมิอากาศของประเทศไทยส่วนใหญ่มีอากาศร้อนส่งผลให้ผักสูญเสียน้ำออกไปได้ง่าย เมื่อเกิดฝนตกหนักฟาร์มจะพบปัญหาต่อรูปทรงของผักที่เสียไปเนื่องจากผักจะดูดซับน้ำได้มากจะมีผลต่อรูปทรงของผักเสียไปและเพิ่มโอกาสทำให้ผักเน่าเสียได้ง่าย

จากที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่าการปลูกผักขึ้นฉ่ายลงดินจะมีปัญหาเรื่องโรคพืชและเรื่องของอุณหภูมิ

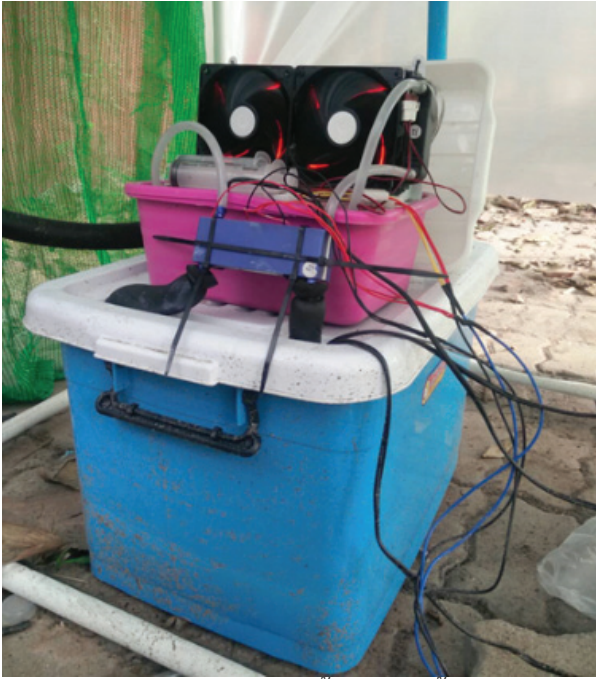
เนื่องจากประเทศไทยมีอากาศร้อนจัดซึ่งผักขึ้นฉ่ายเป็นผักที่ต้องการน้ำมาก และในขั้นตอนการเตรียมแปลงนั้นนิยมใช้หน้าดินใหม่มาผสมกับดินปลูกเดิม หรือเปลี่ยนพื้นที่ปลูกทุกปี เพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดโรคโคนเน่า และต้องพรางแสงด้วยตาข่ายพราง จากปัญหาข้างต้นนี้ผู้วิจัยจึงเลือกปลูกผักขึ้นฉ่ายแบบไฮโดรโปนิคส์เพื่อลดปัญหาในเรื่องอากาศร้อน อุณหภูมิสูง เพราะการปลูกแบบไฮโดรโปนิคส์นั้นเป็นระบบที่สามารถควบคุมอุณหภูมิในทั้งผักน้ำได้ ตลอดจนมีโรงเรือนที่ป้องกันศัตรูพืชและแสงแดดได้ดี ดังนั้นผู้วิจัยจึงออกแบบและสร้างเครื่องควบคุมอุณหภูมิระบบน้ำในท่อพลาสติกในการปลูกแบบไฮโดรโปนิคส์ขึ้นมาซึ่งสามารถใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผลควบคุมแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริก เพื่อลดอุณหภูมิของน้ำในท่อพลาสติกได้

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อออกแบบและสร้างชุดระบบควบคุมอุณหภูมิน้ำใช้แผ่นเทอร์โมอิเล็กทริก สำหรับการปลูกผักไฮโดรโปนิคส์ระบบ NFT และหาประสิทธิภาพการปลูกผักไฮโดรโปนิคส์ผักขึ้นฉ่ายที่ควบคุมอุณหภูมิในถังพักน้ำสารละลาย ซึ่งมีสมมุติฐานคือระบบควบคุมอุณหภูมิน้ำสามารถปลูกผักขึ้นฉ่ายได้ดีกว่าไม่ใช้เครื่องทำความเย็น

วิธีดำเนินการวิจัย

การปลูกผักแบบไฮโดรโปนิคส์ในปัจจุบันมีการทดลองปลูกหลากหลายรูปแบบ เช่น ใส่ขวดน้ำหรือในภาชนะที่บรรจุน้ำได้ แต่การปลูกผักขึ้นฉ่ายแบบไฮโดรโปนิคส์ระบบ NFT นั้นยังประสบกับปัญหาความร้อนภายในรางปลูกที่ไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ จึงทำใหัรากของผักนั้นเน่าหรือรากผักทนความร้อนไม่ไหวจนผักนั้นแห้งตาย การควบคุมอุณหภูมิของน้ำในท่อพลาสติก (PVC) ของรางเพาะปลูกนั้นระบบควบคุมได้โดยเซ็นเซอร์อุณหภูมิในถังพักน้ำ สามารถทำความเย็นให้คงที่ได้โดยแผ่นทำความเย็น (Thermoelectric Cooler Paltier) ดังภาพ 1

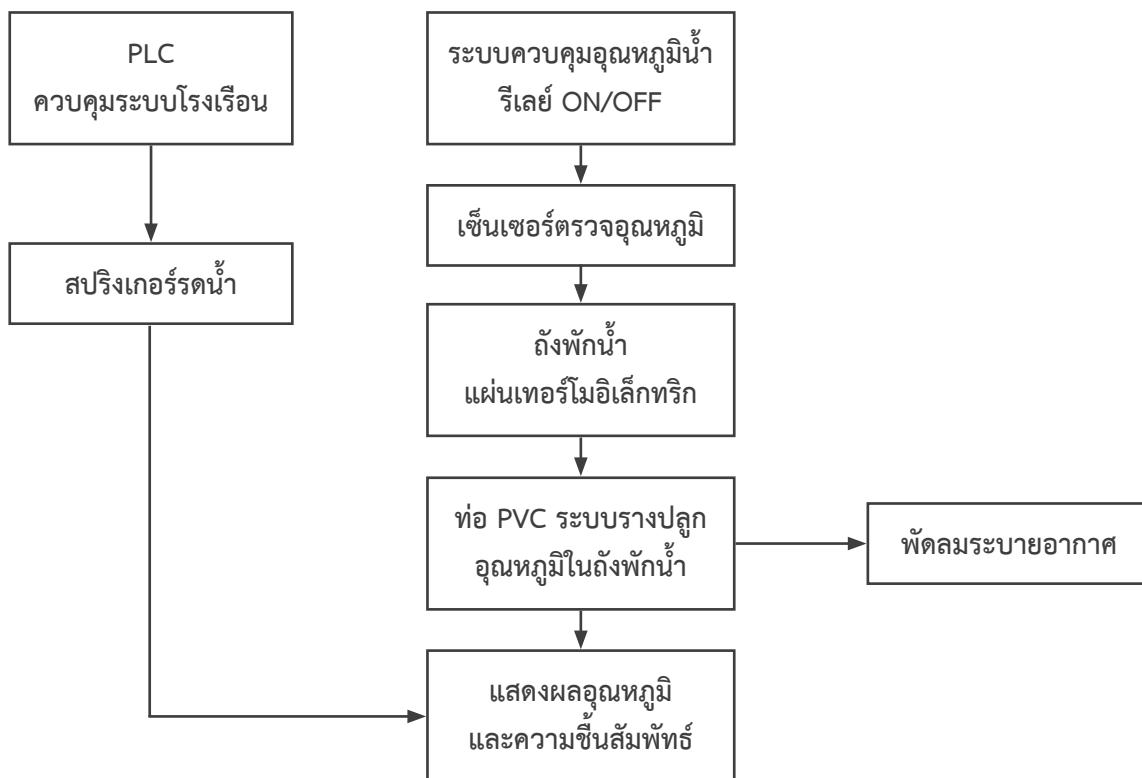


ภาพ 1 ระบบควบคุมอุณหภูมิน้ำในถังพักน้ำ

โดยมีขั้นตอนวิธีการทดสอบ ดังนี้

1. ระบบควบคุมอุณหภูมิ กำหนดให้แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงชนิดสวิตชิง ยี่ห้อ STK รุ่น S-360-12 AC

Input 220V และ DC Output 12V 30A 360W ใช้สร้างสัญญาณแอนะล็อก การทำงานแหล่งจ่ายไฟฟ้าร่วมกับแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริกนั้นจะเริ่มจากจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้า มีการควบคุมอุณหภูมิโดยใช้เซ็นเซอร์อุณหภูมิเป็นกำเนิดอุปกรณ์ตรวจจับวัดอุณหภูมิตามที่กำหนด ดีเลย์จะทำงานทำงาน 2 สถานะ ออกแบบและสร้างเครื่องระบบควบคุมอุณหภูมิน้ำด้วยแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริก เป็นอุปกรณ์ คือ ค่าอุณหภูมิต่ำสุด และค่าอุณหภูมิสูงสุด เมื่ออุณหภูมิในท่อ (PVC) ถึงค่าที่กำหนดไว้ จะมีจอแสดงผลอุณหภูมิเป็นตัวเลข หลังจากนั้นวงจรควบคุมอุณหภูมิจะสั่งการให้ดีเลย์ทำงาน จนสถานะไฟฟ้าที่ต่อกับดีเลย์เชื่อมต่อกันทำให้ครบวงจร เมื่อครบวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงจะจ่ายแรงดันไฟฟ้า 12 โวลต์ ไปยังแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริก จำนวน 3 แผ่น เพื่อทำงานตามที่เซ็นเซอร์ตั้งไว้ ถ้าอุณหภูมิของน้ำถึงค่าอุณหภูมิสูงสุดที่ตั้งไว้เซ็นเซอร์จะสั่งการทำงาน และเมื่อถึงค่าอุณหภูมิต่ำสุดที่ตั้งไว้ดีเลย์ตัดการทำงาน การทดลองทุก ๆ 1 ชั่วโมง จากเวลา 06.00-18.00 น. บันทึกผลการวัดอุณหภูมิของสารละลายในรางปลูก การวัดอุณหภูมิของน้ำในรางปลูกผักไฮโดรโปนิคส์ถึงพักน้ำ และในรางเพาะปลูกด้วยดิจิตอลเทอร์โมมิเตอร์ ดังภาพ 2



ภาพ 2 แผนผังขั้นตอนระบบปลูกผักไฮโดรโปนิคส์ และระบบในโรงเรือน

2. การปลูกผักไฮโดรโปนิคส์และโรงเรือน ขั้นตอนการเพาะปลูกผักไฮโดรโปนิคส์ มีขั้นตอนการออกแบบ คือนำท่อ PVC ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 55 มิลลิเมตร ตัดให้ได้ความยาว 1 เมตร ปิดหัวท่อขนาด 55 มิลลิเมตร ปิดปลายท่อที่ตัดทั้งหมด และนำข้อต่อโค้ง ขนาด 55 มิลลิเมตร มาประกบปลายอีกด้าน ทำการวัดระยะจากข้อต่อโค้งประมาณ 5 เซนติเมตร เจาะรูทั้งหมด 14 ช่องปลูก และเจาะรูปลายท่อเพื่อให้น้ำไหลออก ดังภาพ 3



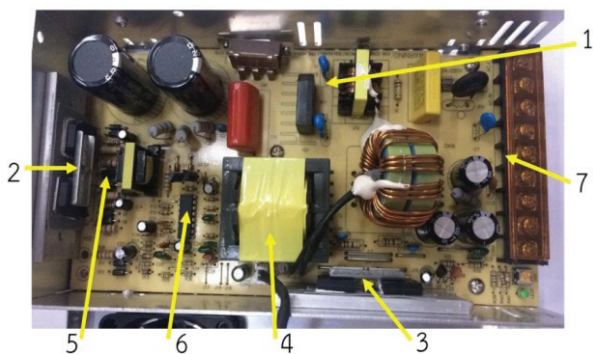
ภาพ 3 รางผักไฮโดรโปนิคส์และโครงร่างโรงเรือน

การออกแบบโรงเรือนปลูกผักไฮโดรโปนิคส์ตามแนวคิดของการปลูกพืชไร้ดินในระบบไฮโดรโปนิคส์ แบบ Nutrient Film Technique (NFT) ในโรงเรือนเพาะปลูกระบบปิด (Namhormchan & Sareephattananon, 2014; Tancho, 2008) ใช้ PLC เป็นอุปกรณ์ควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ไม่เกิน 60% จะต้องควบคุมให้มีอุณหภูมิ 25-35°C โดยรับสัญญาณแอนะล็อกจากอินพุต 10 Vdc จำนวน 2 ช่อง ซึ่งจะรับค่าของความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิภายในโรงเรือนจากเซ็นเซอร์ส่งไปประมวลผลสั่งให้อุปกรณ์ทำงาน เช่น ระบบสเปร์ยละอองน้ำ หรือสปริงเกอร์ รางปลูกจะถูกประกอบเข้ากันตามแบบซึ่งสามารถถอดและประกอบได้รองรับน้ำหนักได้ดี และใช้ผ้าพลาสติกใสในการคลุมหลังคาของโรงเรือน และใช้ปั๊มมอเตอร์ไฟฟ้า

พ่นละอองน้ำเพื่อลดอุณหภูมิภายในโรงเรือน โดยมีแนวคิดการออกแบบและโรงเรือนสำหรับวางรางปลูกผักไฮโดรโปนิคส์ มีความสูงเท่ากับ 75 เซนติเมตร มีความยาว 250 เซนติเมตร และมีความกว้าง 80 เซนติเมตร วัดความสูงโรงเรือนจากพื้นดิน 1.8 เมตร และใช้ปั๊มน้ำพ่นหมอกในการลดอุณหภูมิภายในโรงเรือนมีความกว้าง x ยาว x สูง เท่ากับ 1.8 x 2.5 x 1.8 เมตร วางโรงเรือนในสภาวะพลาจด้วยตาข่ายแสงอาทิตย์เฉลี่ยต่อวันความเข้มรังสีไม่เกิน 550 วัตต์ต่อตารางเมตร

ผลการวิจัย

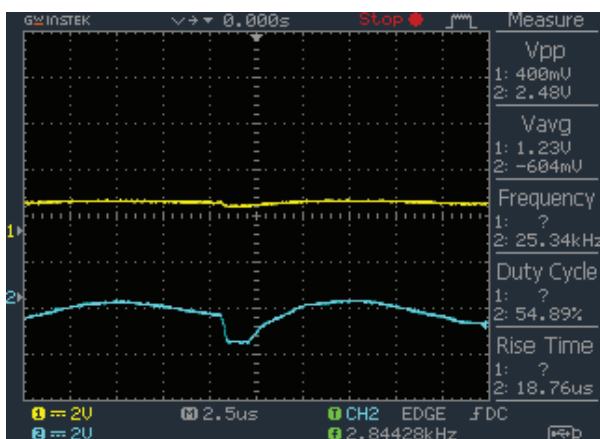
1. ผลการทดสอบระบบควบคุมอุณหภูมิน้ำ พบว่าเมื่อแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงชนิดสวิตชิง รุ่น S-360-12 ซึ่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าคงที่ 12.3 โวลต์ และกระแสไฟฟ้า 30 แอมแปร์ ในสภาวะที่ยังไม่ต่อโหลด จากภาพ 4 จุดที่ 1 แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับขนาด 220 โวลต์ ถูกลดแรงดันด้วยหม้อแปลงให้เหลือ 12 โวลต์ ผ่านวงจรเรียงกระแสชนิดบริดจ์ เบอร์ 336B และเปลี่ยนแรงดันกระแสไฟฟ้ากระแสสลับที่มีขนาดต่ำลงโดยสวิตช์กำลัง และหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูง ป้อนแรงดันไฟฟ้าด้านนอกกลับมายัง IC เบอร์ TL494 เพื่อควบคุมเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ให้นำกระแสมากขึ้นตามแรงดันไฟฟ้าด้านนอก จากจุดที่ 2 เพื่อควบคุมแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงด้านนอกให้ได้ตามคำสั่งโดยใช้หลักการ Pulse Width Modulation, PWM ทรานซิสเตอร์จะรักษาระดับแรงดันให้สม่ำเสมอ จากจุดที่ 3 เมื่อได้รับแรงดันจากเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ จะทำหน้าที่ขยายกระแสไฟฟ้าสูงสุดประมาณ 16 แอมแปร์ จากนั้นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงจะไหลผ่านไปยังหม้อแปลงสวิตชิง จากจุดที่ 4 ประกอบด้วยหม้อแปลงสวิตชิงเพื่อลดแรงดันลงโดยเอาต์พุตของหม้อแปลงจะต่อกับจุดที่ 5 ซึ่งเป็นวงจรเรียงกระแส โดยมีไดโอดจำนวน 4 ตัว เพื่อกรองแรงดันและรูปคลื่นให้เรียบ ในการคงรักษาค่าแรงดันของไดโอดนั้นจะทำได้โดยการป้อนค่าแรงดันเอาต์พุตกลับมายังจุดที่ 6 ซึ่งจะควบคุมเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ในการนำกระแสให้มากขึ้นตามแรงดันเอาต์พุต ซึ่งตัว IC จะทำหน้าที่ควบคุมกระแสที่ปล่อยไปยังโหลดในจุดที่ 7



ภาพ 4 แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง รุ่น S-360-12

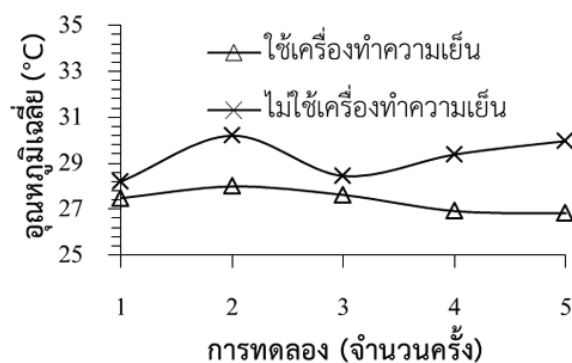
พบว่า ผลการวัดแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงในช่วงไฟบวกที่จุดเอาต์พุตเทียบกับกราวด์ โดยปุม VOLTS/DIV ตั้งไว้ที่ 5 โวลต์ และปุม TIME/DIV ตั้งไว้ที่ 5 มิลลิวินาที (ms) วัดค่าความถี่ได้เท่ากับ 50.2 เฮิรตซ์ และ Vpp ได้ 32.8 โวลต์ และ Vavg (ค่าเฉลี่ยจากความสูงของยอดคลื่นทั้งบวกและลบของสัญญาณ Sine Wave) ได้เท่ากับ 385 มิลลิโวลต์ ซึ่งตั้งความต้านทานของสายวัดของออสซิลโลสโคปที่ 10k โดยรูปคลื่นที่ได้เป็นรูปคลื่นไซน์เวฟ ไฟฟ้ากระแสตรงสามารถจ่ายแรงดันไฟฟ้าได้อย่างคงที่

ผลการวัดสัญญาณของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงในช่วงไฟบวกและลบ ซึ่งตั้งปุม VOLTS/DIV ที่ 2 โวลต์ และตั้งปุม TIME/DIV ที่ 2.5 ไมโครวินาที (μ s) และตั้งค่าต้านทานที่สายวัดออสซิลโลสโคปที่ 1k โดยผลของค่า Vpp ไฟบวกได้ 400 มิลลิโวลต์ และไฟลบได้ 2.48 โวลต์ วัดค่าเฉลี่ย Vavg ไฟบวกได้เท่ากับ 1.23 โวลต์โดยความถี่ของไฟบวกไม่ปรากฏในออสซิลโลสโคป ไฟลบวัดความถี่ได้เท่ากับ 25.3 กิโลเฮิรตซ์ สัญญาณลักษณะดังกล่าวเกือบเป็นเส้นตรง จากภาพ 5



ภาพ 5 สัญญาณเอาต์พุต

เมื่อทดลองต่อแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริกและพัดลมระบายความร้อน วัดกระแสได้ 15.4 แอมแปร์ และค่ากำลังไฟรวมของแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริกทั้ง 3 แผ่นได้เท่ากับ 181.72 วัตต์ ซึ่งเครื่องทำความเย็นใช้พลังงานรวม 181.72 วัตต์ และชุดปั๊มพัดลมใช้น้ำใช้พลังงาน 45 วัตต์ คิดอัตราการใช้พลังงานรวมทั้งหมดได้ 226.72 วัตต์ และผลทดสอบอุณหภูมิภายในถังพักน้ำ จากการเก็บผลอุณหภูมิในถังพักน้ำของเครื่องทำความเย็นและถังพักน้ำที่ไม่ใช้เครื่องทำความเย็น ซึ่งเก็บผลด้วยกันทั้งหมด 5 ครั้ง ซึ่งเครื่องทำความเย็นสามารถทำอุณหภูมิในถังพักน้ำได้ 27.37°C ส่วนน้ำในถังพักน้ำที่ไม่ใช้เครื่องทำความเย็นวัดอุณหภูมิเฉลี่ยได้ 29.24°C



ภาพ 6 ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิในถังพัก

จากภาพ 6 พบว่าอุณหภูมิในถังพักน้ำของเครื่องทำความเย็นเกือบจะเป็นเส้นตรงแต่อาจมีเพียงการทดลองบางครั้งที่ยังไม่ปรับสภาพน้ำจึงทำให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นประมาณ 1-2°C ซึ่งต่างจากถังน้ำที่ไม่ใช้เครื่องทำความเย็นที่มีการขึ้นลงของเส้นกราฟที่ไม่แน่นอน โดยอุณหภูมิจะเริ่มต้นที่ 28°C และเพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ จนถึง 31°C ซึ่งเส้นกราฟจะไม่คงที่เหมือนกับถังน้ำที่ใช้เครื่องทำความเย็น ขณะทดสอบใกล้เคียงสภาวะอุณหภูมิแวดล้อม

2. ผลการทดลองปลูกผักไฮโดรโปนิคส์ พบว่าความยาวของผักขึ้นภายในระยะเวลา 5 สัปดาห์ จากภาพ 7 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตความสูงเฉลี่ยของผักขึ้นภายในที่ปลูกด้วยเครื่องทำความเย็นมีความสูงจากโคนถึงใบเท่ากับ 3.16 เซนติเมตร และไม่ใช้เครื่องทำความเย็นวัดความสูงเฉลี่ยได้สูงสุด 2.69 ซึ่งมีความสูงเฉลี่ย

ต่างกันประมาณ 1 เซนติเมตร และความสูงของผักจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นสัปดาห์ละ 2 เซนติเมตร ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยของน้ำที่วัดได้ EC เท่ากับ 2.31 ซึ่งพบว่าผักที่ปลูกในรางปลูกนี้ไม่เป็นโรคและสามารถเจริญเติบโตในค่าน้ำ pH เท่ากับ 5.66 ซึ่งผักสามารถดูดซึมธาตุอาหารได้ดี (Siringam & Bunmee, 2015)



ภาพ 7 ผักขึ้นฉ่ายปลูกในรางน้ำ 5 สัปดาห์

หลักการการออกแบบสร้างเครื่องควบคุมอุณหภูมิด้วยแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริกนั้นเครื่องทำความเย็นสามารถรักษาอุณหภูมิน้ำเฉลี่ยได้ 27.37 °C ส่วนน้ำในถังพักน้ำที่ไม่ใช้เครื่องทำความเย็นวัดอุณหภูมิเฉลี่ยได้ 29.24 °C ค่าเฉลี่ยอาจจะแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยเนื่องจากการติดตั้งโรงเรือนมีสภาวะแสงแดดในบางเวลา เพื่อป้องกันจึงติดตั้งตาข่ายพลาสติก 2 ชั้นลดความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ให้มีค่าเฉลี่ยต่อวัน 550 วัตต์ต่อตารางเมตร ผลการทดสอบยังพบว่าการเปรียบเทียบผลการเจริญเติบโตของผักขึ้นฉ่ายที่ปลูกด้วยระบบทำความเย็น และไม่ทำความเย็น พบว่าความสูงเฉลี่ยของผักขึ้นฉ่ายที่ปลูกด้วยเครื่องทำความเย็นมีความสูงจากโคนถึงใบเท่ากับ 3.16 เซนติเมตร และไม่ใช้เครื่องทำความเย็นวัดความสูงเฉลี่ยได้สูงสุด 2.69 ซึ่งมีความสูงเฉลี่ยต่างกันประมาณ 0.5 - 1.0 เซนติเมตร ดังภาพ 8 ซึ่งแนวทางการทดสอบนี้จำเป็นจะต้องอาศัยระยะเวลาการทดสอบให้เหมาะสมต่อพืช ดังนั้นเพื่อให้การทดสอบสมบูรณ์ควรใช้ระยะเวลาต่อเนื่องจนครบอายุของพืช



ภาพ 8 ผักขึ้นฉ่ายที่ปลูกด้วยเครื่องทำความเย็น

การอภิปรายผล

จากการทดสอบผลตลอด 5 สัปดาห์ เพื่อประมวลผลประสิทธิภาพระบบควบคุมอุณหภูมิในรางปลูกเพาะปลูกผักขึ้นฉ่ายแบบไร้ดิน ระบบที่ควบคุมอุณหภูมิในรางปลูกสามารถทำงานตรงตามเงื่อนไขรักษาอุณหภูมิในน้ำไม่เกิน 35°C สภาพความชื้นและการรักษาอุณหภูมิในโรงเรือน โดยการสั่งให้ระบบทำความเย็นด้วยสปริงเกอร์ ผลการทดลองพบว่า อุณหภูมิในรางปลูก ความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนเฉลี่ย 60% ระบบสปริงเกอร์จะฉีดน้ำ 15 นาทีต่อวัน ซึ่งระยะเวลาการทำงานของแผ่นทำความเย็นเทอร์โมไดอิเล็กทริกจะขึ้นอยู่กับสภาพอากาศภายนอก และการดูดกลืนความร้อนของท่อ PVC นอกจากนี้ผลการทดสอบการเจริญเติบโตผักขึ้นฉ่ายที่ใช้ระบบควบคุมอุณหภูมิและไม่ใช่เครื่องควบคุมน้ำเย็น แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสถาบันและพัฒนามหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด ที่สนับสนุนการวิจัย และขอขอบคุณนักศึกษาสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ที่ช่วยเก็บข้อมูลทดสอบในการทำวิจัยครั้งนี้

References

- Chinnasaen, T., Junkong, W., Ngoksri, A., Pimyotha, T., & Khamtanade, A. (2016). Effect of chemical fertilizer and animal manures on growth and yield of Chinese celery. *Khon Kaen Agriculture Journal*, 44(1), 856-860. (in Thai)
- Department of Agricultural Extension. (2014). *Growing hydroponic vegetables*. Bangkok: The Agricultural Co-operative Federation of Thailand. (in Thai)
- Namhormchan, T. & Sareephattananon, A. (2014). PLC-based automatic control system of temperature and relative humidity in soilless culture green house with an evaporative cooling system and fogging system. *EAU Heritage Journal: Science and Technology*, 8(1), 98-111. (in Thai)
- Sangkrasae, W., Klinkesorn, T., & Mathulapransan, M. (2014). *Environment control system for lettuce plant in NFT hydroponic system*. Retrieved from http://eng.kps.ku.ac.th/dblibv2/fileupload/project_IdDoc204_IdPro590.pdf. (in Thai)
- Siringam, K., & Bunmee, N. (2015). Effect of nutrient solution on growth and pigment contents of cos lettuce (*Lactuca sativa* L.). *The 45th Kasetsart University Annual Conference*, Bangkok. (in Thai)
- Tancho, A. (2008). *Soilless culture*. Chiang Mai: Trio advertising and media. (in Thai)
- Thongaram, D. (2015). *Soilless culture: Principles of production management and business technology in Thailand*. Bangkok: Pimdee. (in Thai)
- Thongket, T. (2013). *Soilless culture*. Bangkok: Kasetsart University. (in Thai)

