

## โรงเรือนแบบไฮโดรโปนิกส์ที่มีระบบการควบคุมแบบอัตโนมัติโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ Hydroponics house with automatic control system using solar energy

ขจรศักดิ์ พงษ์ธนา<sup>1\*</sup>, ชัยวัฒน์ สากุล<sup>2</sup>  
Kajornsak Pongtana<sup>1\*</sup>, Chaiwat Sakul<sup>2</sup>

<sup>1\*</sup>คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย สงขลา

<sup>2</sup>คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง

<sup>1</sup>Faculty of Industrial education and technology, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Songkla,

<sup>2</sup>Faculty of Engineering and Technology, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Trang campus,

\*Corresponding author. Tel: 08 1541 42999, Email: pkajornsak@yahoo.com

### บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการออกแบบการสร้างโรงเรือนแบบไฮโดรโปนิกส์ที่มีระบบการควบคุมแบบอัตโนมัติโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ โครงสร้างของระบบจะมี 2 ส่วน คือ ส่วนแรกจะเป็นระบบพลังงานทดแทนจากพลังงานแสงอาทิตย์ สามารถผลิตกำลังได้ที่ 842.21 วัตต์ต่อวัน โดยใช้แผงโซลาร์เซลล์ขนาด 120 วัตต์ ซึ่งสามารถทำงานได้ไม่น้อยกว่า 8 ชั่วโมงต่อวัน ส่วนที่สองจะเป็นการทำงานของระบบควบคุมการทำงานในโรงเรือน ซึ่งมีอยู่ 5 ระบบ คือ ระบบควบคุมการผสมปุ๋ย ระบบควบคุมการเปลี่ยนถ่ายน้ำ ระบบควบคุมการสูบน้ำ ระบบควบคุมอุณหภูมิและระบบควบคุมความชื้นภายในโรงเรือน ขนาดของโรงเรือนที่ใช้ในการทดสอบจะมีความกว้าง 1.2 เมตร และความยาว 2.4 เมตร หลังคาของโรงเรือนจะเป็นรูปแบบทรงหน้าจั่วโดยปลายยอดหลังคาจะสูงขึ้นจากโครงเสา 0.8 เมตร ข้อดีคือจะสามารถระบายความร้อนได้ดี และพื้นโรงเรือนจะยกสูงจากพื้นดิน 0.80 เมตร มีวัตถุประสงค์เพื่อให้สามารถระบายน้ำส่วนเกินออกได้ โดยที่ช่วงเวลากลางวันระบบสามารถควบคุมความชื้นภายในโรงเรือนได้ 80% ที่อุณหภูมิ 35°C และระบบการเปลี่ยนถ่ายน้ำจะทำงานควบคู่กับระบบการผสมปุ๋ยมีอัตราส่วนคือ 400 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 80 ลิตร ที่เวลา 13 วินาที โดยระบบจะมีการทำงานทุก ๆ 7 วัน จนครบ 4 ครั้ง และในครั้งที่ 5 ระบบการเปลี่ยนถ่ายน้ำยังคงทำงานตามปกติโดยที่ระบบผสมปุ๋ยจะหยุดการทำงาน จากผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบพบว่าโรงเรือนแบบไฮโดรโปนิกส์ที่ออกแบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพเหมาะสำหรับการนำมาประยุกต์ใช้งาน

**คำสำคัญ:** พลังงานแสงอาทิตย์ ระบบควบคุมอัตโนมัติ โรงเรือนไฮโดรโปนิกส์

### Abstract

The article presents hydroponics house with an automation control system using solar energy. The structure of the system is divided into 2 parts: the first part is the solar energy

Received 31-07-2019

Revised 09-09-2019

Accepted 11-09-2019

system which can produce electric power at 842.21 Watt per day and the second part is the control system which consists of 5 operations; fertilizer mixing control system, water charging control system, water pump control system, temperature control system and humidity control system. The dimension of the hydroponics house is 12 meters wide and 2.4 meters in length. The house is covered with a gable roof with 0.8-meter height up from the roof frame for better ventilation, meanwhile, the floor frame is also 0.8-meter-high up from the ground for the release of overused water. During the daytime, the system can control 80% of humidity inside hydroponics house at a temperature of 35°C. The water charging control system will work in conjunction with the fertilizer mixing system with a ratio of 400 mL fertilizer per 80 liters of water at 13 seconds run time. The system is functioned to run every 7 days for 4 times and then at the fifth time, the water charging control system will still work as usual while the fertilizer mixing system will stop working. From the performance testing of the system, it is found that the designed hydroponics-house can work efficiently and is suitable for the application.

**Keywords:** Solar energy, Automation control system, Hydroponics-house

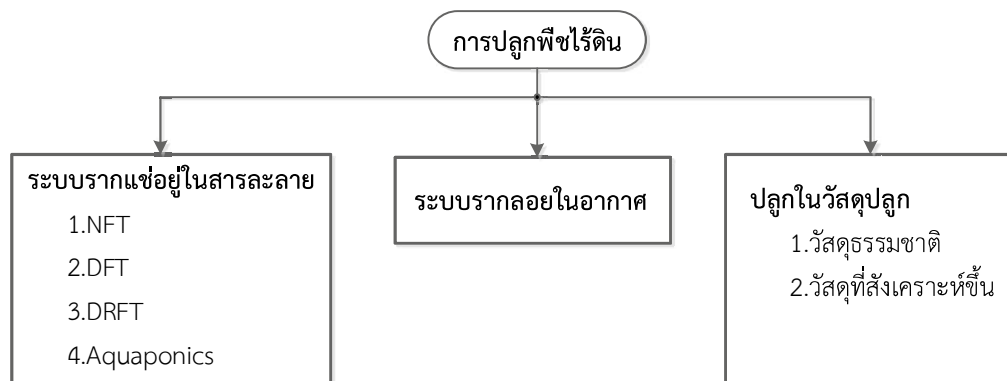
## 1. บทนำ

ประเทศไทยได้ชื่อว่าเป็นประเทศทางด้านการเกษตรกรรมมาตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน เนื่องจากเป็นประเทศที่ตั้งอยู่ในเขตร้อนชื้นเอเซียตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งมีสภาพภูมิประเทศ ทรัพยากร สิ่งแวดล้อมและมีภูมิอากาศเอื้อต่อการทำการเกษตร ประชากรส่วนใหญ่ของประเทศจะประกอบอาชีพทางด้านเกษตรกรรมหรืออาชีพที่เกี่ยวข้องด้านการเกษตร แม้ว่าในปัจจุบันได้มีการพัฒนาให้ประเทศก้าวไปสู่ประเทศที่มีการพัฒนาทางด้านอุตสาหกรรมแต่ก็ยังคงต้องพึ่งพาอาศัยเกษตรกรรมอยู่เช่นเดียวกับประเทศที่ได้พัฒนาไปแล้ววิวัฒนาการและการพัฒนาการเกษตรของไทยได้มีการเปลี่ยนแปลงตามยุคสมัยด้วยเช่นกันตามกระแสการเปลี่ยนแปลงของโลกที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา การปลูกพืชก็เช่นเดียวกันในอดีตจะเป็นการปลูกพืชในดินซึ่งเป็นวิธีการที่มีการปฏิบัติโดยทั่วไป ต่อมาได้มีการนำเสนอ

งานวิจัยที่ได้แสดงวิธีและกระบวนการต่าง ๆ ในการปลูกพืชวิธีใหม่ขึ้นมามากมาย [1-7] โดยได้เสนอวิธีการที่เหมาะสมกับการปลูกพืชในบริเวณที่ไม่มีพื้นที่สำหรับการเพาะปลูก เช่น คอนโด อพาร์ทเมนต์ เป็นต้น นั่นคือวิธีการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิคส์ วิธีการแบบนี้เหมาะสำหรับการปลูกพืชผักสวนครัวที่มีลักษณะของลำต้นไม่ใหญ่หรือสูงมากนัก ส่วนใหญ่จะเป็นผักที่นำส่วนของใบมาประกอบอาหารเท่านั้น จุดเด่นที่สำคัญของการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิคส์จะสามารถป้องกันป้องกันแมลงที่เป็นศัตรูพืชได้ดีและเป็นผักที่ปลอดสารพิษ แต่อย่างไรก็ตามการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิคส์มีความจำเป็นต้องใช้พลังงานไฟฟ้าช่วยในการสูบน้ำเพื่อจ่ายให้กับพืชที่ปลูกตลอดเวลา ทำให้เกิดการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าและโรงเรือนที่ใช้ปลูกพืชจะมีลักษณะเป็นแบบโรงเรือนปิดซึ่งจะมีข้อเสียคือภายในโรงเรือนจะมีความร้อนสะสมอยู่เป็นปริมาณมาก วิธีการแก้ไขคือการสร้างระบบการระบายอากาศ

เพื่อให้มีอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการปลูกพืชตามความเหมาะสม ในส่วนของระบบการให้ปุ๋ยที่ผ่านมาจะใช้จะใช้วิธีการให้ปุ๋ยและวิธีการถ่ายน้ำทิ้งโดยมีมนุษย์เป็นผู้ดำเนินการทั้งหมดซึ่งอาจทำให้เกิดปัญหาและอุปสรรคตามมา เช่น ช่วงเวลาของการให้ปุ๋ยและถ่ายน้ำทิ้งไม่ตรงตามเวลาที่กำหนดอาจทำให้พืชที่ปลูกเกิดความเสียหายได้ ตัวอย่างงานวิจัยที่มีการนำเสนอในอดีตที่ผ่านมา [6] ได้เสนอโรงเรือนไฮโดรโปนิคส์อัตโนมัติ ซึ่งจะมีการทำงานโดยสามารถควบคุมความชื้น อุณหภูมิ การให้น้ำแบบหมุนเวียนเป็นต้น ซึ่งระบบจะเลือกการควบคุมการทำงานโดยมนุษย์ แต่มีข้อด้อยคือระบบการทำงานต้องใช้แหล่งพลังงานจากภายนอกมาควบคุมการทำงานทั้งระบบ

ดังนั้นเพื่อลดปัญหาและอุปสรรคดังกล่าว จึงได้เสนอการออกแบบโรงเรือนแบบไฮโดรโปนิคส์ที่มีระบบการควบคุมแบบอัตโนมัติโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งข้อดีของระบบจะสามารถใช้ระบบที่มีการควบคุมแบบอัตโนมัติมาประยุกต์ใช้ในระบบต่างๆ ที่เกี่ยวข้องแทนการควบคุมโดยมนุษย์และทำให้สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าโดยการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ซึ่งจะใช้แผงโซลาร์เซลล์ที่มีขนาด 120 วัตต์ เข้ามาช่วยในการผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อใช้ในเวลากลางคืน และข้อดีอีกประการหนึ่งคือเป็นการส่งเสริมให้มีการปลูกผักปลอดสารพิษเพื่อเก็บไว้รับประทานเองเพื่อสุขภาพที่ดีต่อไป



ภาพที่ 1 รูปแบบการปลูกพืชไร้ดิน

## 2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

### 2.1 การออกแบบโรงเรือน

การออกแบบโรงเรือนแบบไฮโดรโปนิคส์ที่มีระบบการควบคุมแบบอัตโนมัติโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์การสร้างโรงเรือนแบบไฮโดรโปนิคส์การออกแบบจะสร้างโรงเรือนขนาด 1.20 x 2.40 เมตร วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้คือท่อพีวีซี โดยใช้ข้อต่อพีวีซีหากาวให้ยึดติดกันเพื่อความทนทาน ประกอบด้วย

- โครงสร้างอาคาร จะใช้วัสดุท่อพีวีซีโดยใช้ข้อต่อพีวีซีมายึดให้ทนทานให้กับโรงเรือน มีขนาด 1.20 x 2.40 เมตร ส่วนของหลังคาจะเลือกแบบทรงหน้าจั่วข้อดีคือจะช่วยระบายความร้อนได้ดี โดยมีปลายยอดหลังคาสูงขึ้นจากโครงเสาประมาณ 0.8 เมตร

- พื้นโรงเรือนยกสูง 0.8 เมตร เพื่อให้สามารถระบายน้ำส่วนเกินออกได้

- วัสดุที่ขึ้นฝาโรงเรือนและหลังคาจะเลือกวัสดุอย่างคลุมเฉพาะสำหรับการปลูกผักไฮโดรโปนิคส์คลุมทั้งโรงเรือนมีลักษณะเป็นผ้าบางพลาสติกสีขาวขุ่น

- ชั้นวางผักจะเป็นส่วนที่ต้องสัมผัสกับน้ำปุ๋ย วัสดุที่เลือกใช้จึงควรมีความทนทานต่อการสึกกร่อน ความชื้น และเชื้อรา

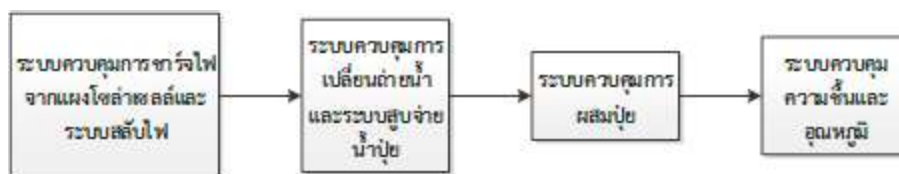
## 2.2 การออกแบบระบบควบคุม

การปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิคส์จะเป็นการศึกษาเกี่ยวกับการใช้ธาตุอาหารในการปลูกพืชโดยปราศจากดินที่ใช้ในการปลูกพืชโดยทั่วไป ซึ่งในอดีตที่ผ่านมาแบบไฮโดรโปนิคส์สามารถแบ่งออกตามลักษณะและวิธีการปลูกพืชสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่ม ซึ่งประกอบด้วยกลุ่มแรกจะเป็นระบบรากแช่อยู่ในสารละลาย กลุ่มที่สองจะเป็นระบบรากลอยในอากาศและกลุ่มที่สามจะเป็นระบบที่ปลูกในวัสดุปลูก แสดงได้ดังภาพที่ 1 ปัจจุบันมีผู้เสนองานวิจัยอย่างมากมาย สำหรับรูปแบบของการของการปลูกพืชไร้ดินหรือที่นิยมเรียกว่าการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิคส์นั่นเอง

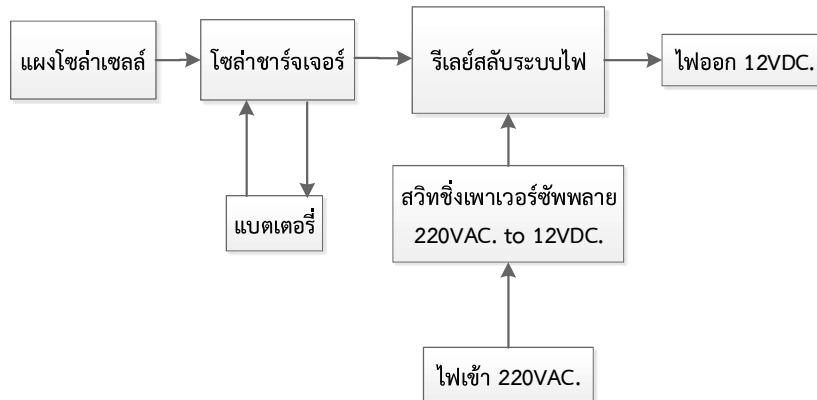
การปลูกพืชในระบบรากแช่ที่นำเสนอในงานวิจัยนี้จะเป็นการปลูกพืชแบบระบบน้ำดิน NFT (Nutrient film technique) วิธีการนี้จะต้องให้ราก

ของพืชแช่อยู่ในน้ำผสมธาตุอาหารพืชตลอดเวลาและมีระบบเติมอากาศลงไปในสารละลายเพื่อให้รากพืชได้รับออกซิเจนอย่างสม่ำเสมอ โดยงานวิจัยที่นำเสนอจะนำระบบการควบคุมโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์มาประยุกต์ใช้ร่วมกับทามเมอร์แทนการควบคุมโดยมนุษย์ซึ่งอาจจะเกิดความผิดพลาดได้และได้ออกแบบให้ระบบการมีการใช้งานได้โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ซึ่งจะช่วยให้การลดและประหยัดพลังงานได้อีกด้วย การทำงานของระบบการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิคส์ที่นำเสนอในงานวิจัยแสดงได้ดังภาพที่ 2

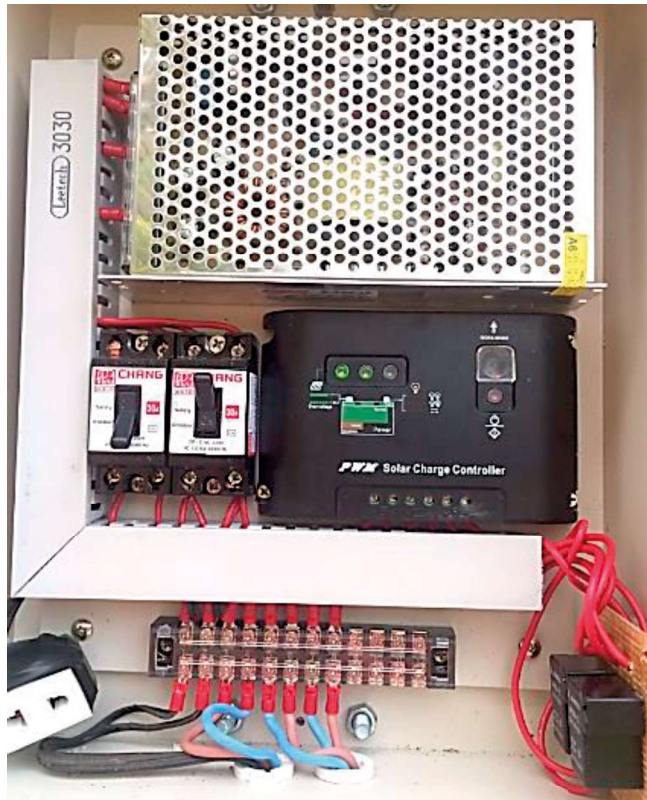
การออกแบบการสร้างโรงเรือนแบบไฮโดรโปนิคส์ที่มีระบบการควบคุมแบบอัตโนมัติโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ที่ออกแบบในงานวิจัยนี้จะมีส่วนประกอบต่าง ๆ ที่สำคัญรวม 4 ส่วนด้วยกัน โดยที่การทำงานของแต่ละส่วนจะมีการทำงานร่วมกันคือระบบควบคุมการชาร์จไฟจากแผงโซลาร์เซลล์และระบบควบคุมการสลับไฟฟ้า ระบบควบคุมการเปลี่ยนถ่ายน้ำและระบบสูบน้ำปุ๋ย ระบบควบคุมการผสมปุ๋ยและระบบควบคุมความชื้นและระบบควบคุมอุณหภูมิโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เข้ามาควบคุมโดยอาศัยหลักการเขียนโปรแกรมควบคุมที่ออกแบบจากโปรแกรม Arduino



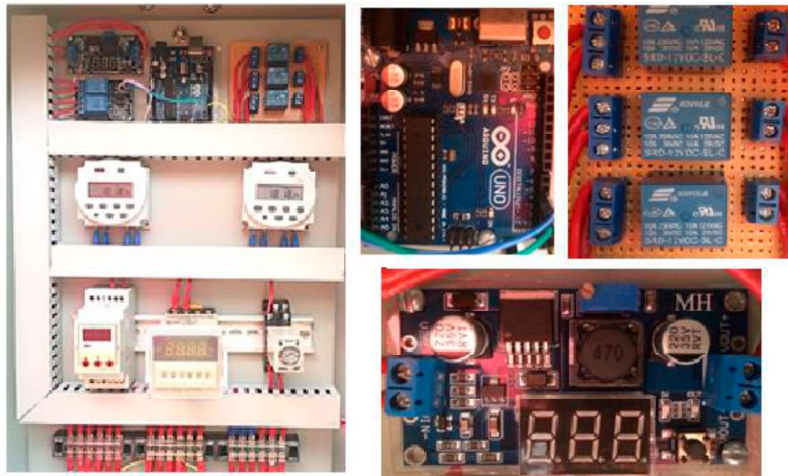
ภาพที่ 2 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบ



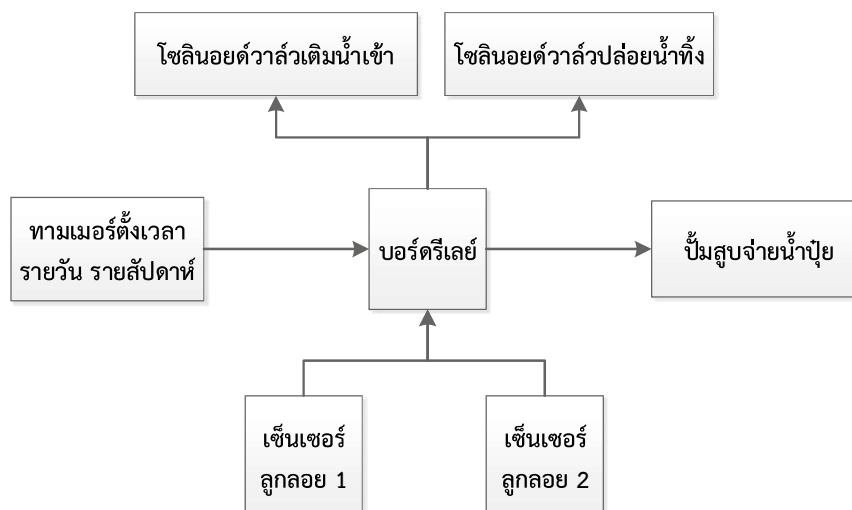
ภาพที่ 3 ระบบควบคุมการชาร์จไฟและระบบควบคุมการสลับไฟ



ภาพที่ 4 ระบบควบคุมการชาร์จไฟจากแผงโซลาร์เซลล์และระบบควบคุมการสลับไฟ



ภาพที่ 5 ระบบควบคุมอัตโนมัติ



ภาพที่ 6 ระบบควบคุมการเปลี่ยนถ่ายน้ำและระบบสูบน้ำจ่ายน้ำปุย

### 2.2.1 ระบบควบคุมการชาร์จไฟจากแผงโซลาร์และระบบการควบคุมการสลับไฟ

การทำงานของระบบจะมีหลักการทำงาน คือ จะทำการแปลงพลังงานแสงอาทิตย์ในช่วงเวลากลางวันให้เป็นพลังงานไฟฟ้าและทำการชาร์จประจุเข้าสู่แบตเตอรี่ โดยพลังงานที่ใช้ในช่วงเวลากลางวันจะนำแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับขนาด

220 โวลต์ แปลงเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 12 โวลต์ ทำหน้าที่จ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ในตู้ควบคุมโดยตรง และในช่วงระยะเวลากลางคืนหรือในช่วงที่ไม่สามารถชาร์จพลังงานแสงอาทิตย์ได้ ระบบจะสลับการทำงานมาสู่มอเตอร์ที่ใช้พลังงานทดแทนโดยอัตโนมัติโดยรีเลย์เป็นตัวตัดต่อการทำงานของระบบ ซึ่งจะใช้



พลังงานไฟฟ้ากระแสตรงจากแบตเตอรี่ที่ได้ชาร์จ  
ประจุไว้ และเมื่อพลังงานจากแบตเตอรี่หมดระบบจะ  
สลับการทำงานไปใช้ไฟฟ้ากระแสสลับอีกครั้ง  
การทำงานของระบบแสดงได้ดังภาพที่ 3 และภาพที่ 4

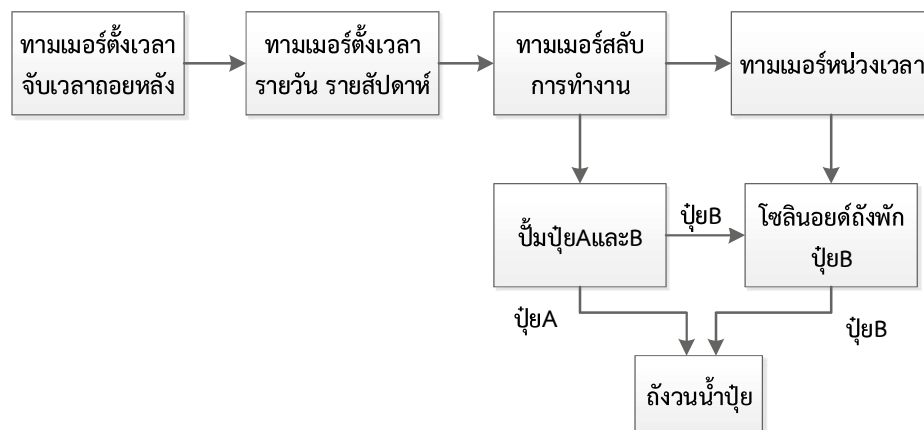
## 2.2.2 ระบบควบคุมการเปลี่ยนถ่ายน้ำ และระบบสูบน้ำ

การทำงานของระบบทั้งสองแบบจะ  
ใช้ตามเมอร์ในการตั้งเวลา โดยสามารถที่จะตั้งเวลา  
ให้ระบบมีการทำงานเป็นรายวันหรือรายสัปดาห์ เพื่อ  
ควบคุมให้โซลีนอยด์วาล์วทำการเปิดวาล์วเพื่อถ่ายน้ำ  
ปุ๋ยออกมา การทำงานของอุปกรณ์สามารถทำงานได้  
โดยนำรีเลย์มาต่อกับเซ็นเซอร์ลูกลอยตัวที่ 1 ซึ่งจะ  
เป็นเซ็นเซอร์ที่ควบคุมการเติมน้ำในกรณีที่ต้องการ  
เติมน้ำหรือในกรณีที่น้ำในระบบลดลง โดยจะสั่งให้  
โซลีนอยด์วาล์วเติมน้ำปล่อยน้ำเข้าสู่ระบบจนถึง  
ระดับเซ็นเซอร์ของลูกลอยที่กำหนดจากนั้นระบบจะ  
ตัดการทำงานของชุดเติมน้ำ ระบบการทำงานของ

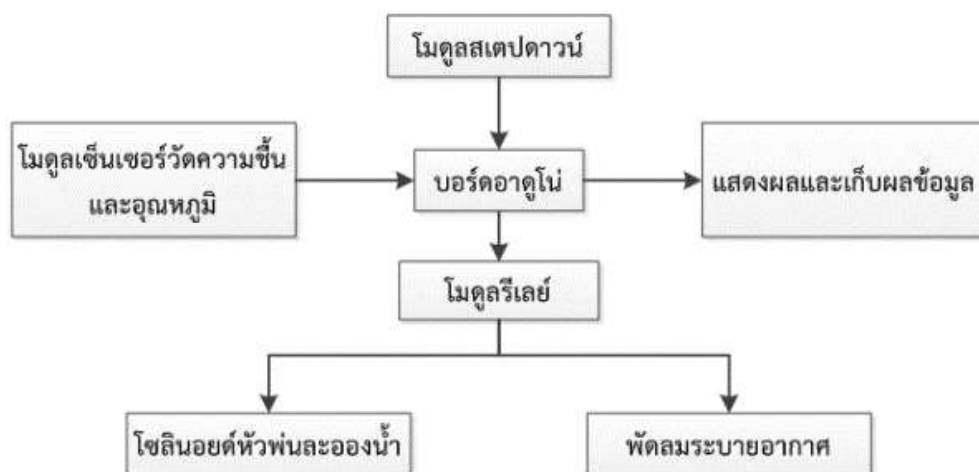
การเติมน้ำจะมีการทำงานตลอดเวลาและในกรณีสั่ง  
ให้โซลีนอยด์วาล์วถ่ายน้ำปุ๋ยออกตัวรีเลย์ก็จะทำการ  
ตัดระบบการเติมน้ำอัตโนมัติออกไปจนถึงช่วงเวลา  
ที่ตั้งตามเมอร์ไว้จึงจะหยุดระบบการถ่ายน้ำปุ๋ยทันที  
ในทางกลับกันส่วนของระบบเติมน้ำก็จะกลับมา  
ทำงานเช่นเดิม และเมื่อระบบเติมน้ำในถังวนปุ๋ยจน  
เต็มเซ็นเซอร์ลูกลอยตัวที่ 2 จะสั่งให้รีเลย์ทำงานเพื่อ  
สั่งให้ปั๊มสูบน้ำปุ๋ยทำงาน โดยจะสูบน้ำปุ๋ยไปยัง  
แปลงผักไฮโดรโปนิคส์ที่ออกแบบทันที การทำงาน  
ของระบบสามารถแสดงบล็อกไดอะแกรมการทำงาน  
ได้ดังภาพที่ 5 และภาพที่ 6

## 2.2.3 ระบบควบคุมการผสมปุ๋ย

ภาพที่ 7 จะแสดงระบบควบคุม  
การผสมปุ๋ยซึ่งจะใช้ตามเมอร์เป็นอุปกรณ์หลัก  
ในการออกแบบ สามารถอธิบายการทำงานของ  
ตามเมอร์ในแต่ละส่วนได้ดังนี้



ภาพที่ 7 ระบบควบคุมการผสมปุ๋ย



ภาพที่ 8 ระบบควบคุมความชื้นและอุณหภูมิ

ตามเมอร์ ตั้งเวลาจับเวลาถอยหลัง จะทำหน้าที่ในการจับเวลานับถอยหลังซึ่งจะควบคุมระยะเวลาในการทำงานให้ระบบมีการทำงานตรงตามระยะเวลาที่กำหนด ซึ่งในงานวิจัยนี้จะกำหนดให้ระบบผสมปุ๋ยมีการทำงานตลอดระยะเวลา 4 สัปดาห์ และในสัปดาห์ที่ 5 จะตั้งให้ตามเมอร์ตัดระบบผสมปุ๋ยให้หยุดการทำงานเพื่อต้องการให้ระบบส่งน้ำให้แปลงผักก่อนทำการเก็บเกี่ยวประมาณ 3-5 วัน

ตามเมอร์ตั้งเวลา รายวัน รายสัปดาห์ จะทำหน้าที่สั่งให้ระบบผสมปุ๋ยทำงานหลังจากที่ระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำทำงาน

ตามเมอร์สลับการทำงาน จะทำหน้าที่ควบคุมควบคุมปริมาณของปุ๋ยให้มีอัตราส่วนตรงตามที่ผักต้องการ โดยจะสั่งให้ปั๊มปุ๋ย A และปั๊มปุ๋ย B ทำการปั๊มปุ๋ยในอัตราส่วนที่เท่ากัน การทำงานปุ๋ย A จะถูกปั๊มลงสู่ถังจนน้ำปุ๋ยก่อน ส่วนปั๊มปุ๋ย B จะปั๊มปุ๋ยลงสู่ถังพักปุ๋ย B จนกว่าตามเมอร์หนึ่งเวลาจะสั่งให้โซลินอยด์วาล์วปล่อยปุ๋ย B ลงไปผสมกับปุ๋ย A ในถังวนน้ำปุ๋ย

ตามเมอร์หนึ่งเวลา จะทำหน้าที่หนึ่งเวลาเพื่อให้โซลินอยด์วาล์วของถังพักปุ๋ย B ปล่อยปุ๋ยลงไปผสมกับปุ๋ย A ในถังวนน้ำปุ๋ยในระยะเวลาที่เหมาะสม โดยในงานวิจัยนี้จะกำหนดให้มีการหนึ่งเวลา 5 นาที ซึ่งในระยะเวลาดังกล่าวพบว่าปุ๋ย A และปุ๋ย B จะผสมเข้ากันได้ดีและที่สำคัญไม่ทำให้เกิดการตกตะกอนของปุ๋ยที่ทำการผสม

#### 2.2.4 ระบบควบคุมความชื้นและอุณหภูมิ

การทำงานของระบบแสดงดังภาพที่ 8 โดยจะกำหนดให้ระบบทำงานเมื่อเซ็นเซอร์รับค่าความชื้นที่สูงกว่า 80% ที่อุณหภูมิสูงกว่า 35°C ซึ่ง จะควบคุมการทำงานโดยไมโครคอนโทรลเลอร์โดยจะทำการประมวลผลแล้วสั่งไมโครรีเลย์ทำหน้าที่ในการตัดต่อให้พัดลมระบายอากาศทำงานเพื่อเป็นการดูดอากาศร้อนขึ้นบริเวณภายในของแปลงปลูกผักไฮโดรโปนิคส์ออกจนกว่าค่าความชื้นภายในโรงเรือนจะลดลงตามที่กำหนดระบบควบคุมความชื้นและอุณหภูมิจึงจะหยุดการทำงาน ทั้งนี้เพื่อเป็นการ-



ป้องกันโรครากเน่าที่เกิดขึ้นสำหรับการปลูกผักแบบไฮโดรโปนิคส์ และในกรณีที่เซนเซอร์รับค่าอุณหภูมิที่มีอุณหภูมิสูงกว่าค่าที่กำหนด (ในงานวิจัยกำหนดอุณหภูมิในโรงเรือนมีค่า $35^{\circ}\text{C}$ ) ไมโครคอนโทรลเลอร์จะสั่งให้โซลินอยด์เปิดให้น้ำไหลผ่านท่อไปยังหัวฟ่นละอองน้ำทำงานจนกว่าอุณหภูมิต่ำกว่า  $35^{\circ}\text{C}$  ระบบจึงจะหยุดการทำงาน ระบบที่นำเสนอในงานวิจัยนี้จะเหมาะกับการเจริญเติบโตของผักไฮโดรโปนิคส์เพราะการปลูกพืชไร้ดินในระบบไฮโดรโปนิคส์แบบ Nutrient film technique (NFT) ในโรงเรือนเพาะปลูกระบบปิด ซึ่งจะต้องมีการควบคุมให้มีอุณหภูมิในโรงเรือนระหว่าง  $25\text{-}35^{\circ}\text{C}$  ความชื้น 60-80% [1-4]

ภาพที่ 9 จะแสดงลักษณะโครงสร้างของโรงเรือนแบบไฮโดรโปนิคส์ที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ ประกอบด้วย แผงโซลาร์เซลล์ (หมายเลข 1) ตู้ควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่และควบคุมการสลับระบบไฟฟ้า (หมายเลข 2) ตู้ควบคุมอัตโนมัติสำหรับโรงเรือนแบบไฮโดรโปนิคส์ (หมายเลข 3) ถังเก็บแบตเตอรี่และถังเก็บปุ๋ย (หมายเลข 4) ถังวนน้ำปุ๋ย (หมายเลข 5) และถังพักน้ำ (หมายเลข 6)

ภาพที่ 10 จะแสดงลักษณะโครงสร้างภายในของโรงเรือนแบบไฮโดรโปนิคส์ ซึ่งประกอบด้วย วาล์วปรับปริมาณการไหลของน้ำปุ๋ย (หมายเลข 1) หัวฟ่นละอองน้ำ (หมายเลข 2) พัดลมดูดความชื้น (หมายเลข 3) เซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น (หมายเลข 4) และรางปลูกผัก (หมายเลข 5)



ภาพที่ 9 ลักษณะโครงสร้างของโรงเรือนแบบไฮโดรโปนิคส์ที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์



ภาพที่ 10 ลักษณะโครงสร้างภายในของโรงเรือนแบบไฮโดรโปนิคส์

### 3. ผลการทดลองและอภิปรายผล

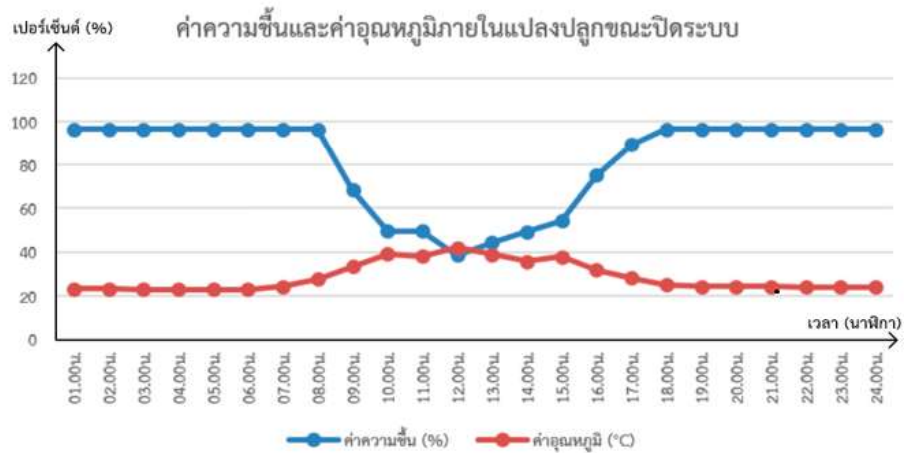
การทดสอบการทำงานของระบบจะทำการทดสอบ 4 ส่วนด้วยกัน ดังนี้คือ ส่วนแรกคือทดสอบระบบวัดค่าความชื้นและค่าอุณหภูมิอัตโนมัติ ส่วนที่สองจะเป็นการทดสอบการทำงานของระบบการเปลี่ยนถ่ายน้ำปุ๋ย ส่วนที่สามจะเป็นการทดสอบการทำงานของระบบผสมแม่ปุ๋ย A และแม่ปุ๋ย B และสุดท้ายจะทดสอบการทำงานของระบบสลับไฟฟ้าเป็นการใช้ระบบไฟจากพลังงานแสงอาทิตย์ [5-7] ดังนี้

#### 3.1 การทดสอบระบบการทำงานวัดค่าความชื้นและอุณหภูมิ

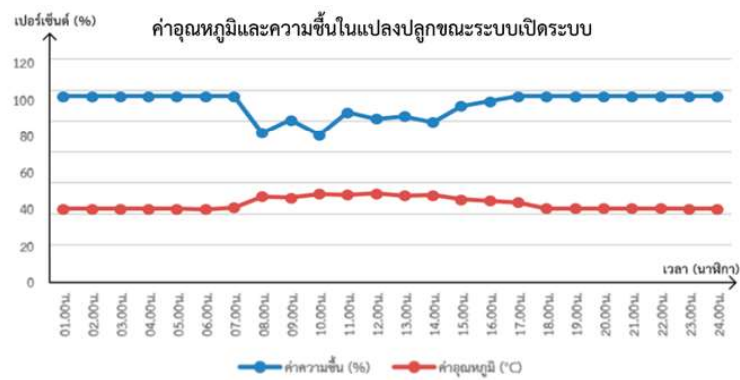
ภาพที่ 11 เป็นการทดสอบในขณะปิดระบบ พบว่าความชื้นในตอนกลางวันมีค่าต่ำกว่า 80% ที่อุณหภูมิสูงกว่า  $35^{\circ}\text{C}$  ทำให้อากาศภายในโรงเรือนโดยรวมจะเป็นอากาศที่ไม่เหมาะสมสำหรับการปลูกผักแบบไฮโดรโปนิคส์

ภาพที่ 12 เป็นการทดสอบในขณะเปิดระบบ พบว่าความชื้นในตอนกลางวันมีค่าไม่เกิน 80% ที่อุณหภูมิสูงกว่า  $35^{\circ}\text{C}$  ทำให้อากาศภายในโรงเรือน โดยรวมจะเป็นอากาศที่เหมาะสมสำหรับการปลูกผักแบบไฮโดรโปนิคส์

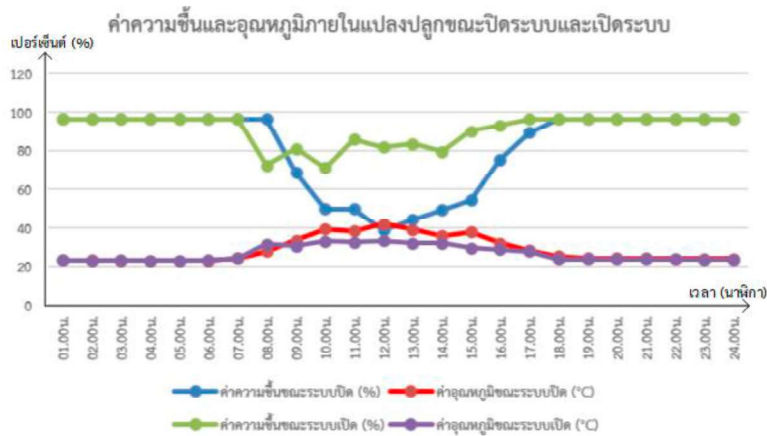
ภาพที่ 13 จะเป็นผลการทดสอบค่าความชื้นและอุณหภูมิในขณะเปิดระบบควบคุมอัตโนมัติ ในช่วงเวลากลางวันค่าความชื้นภายในโรงเรือนจะมีค่าต่ำและค่าอุณหภูมิมีค่าสูงทำให้ส่งผลให้สภาพอากาศภายในโรงเรือนมีสภาพอากาศที่ร้อนแห้งจึงไม่เหมาะสำหรับการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิคส์ และเมื่อเปิดระบบควบคุมอัตโนมัติให้ทำงานพบว่าค่าความชื้นและอุณหภูมิภายในโรงเรือนจะมีค่าเปลี่ยนไปจากเดิมโดยที่ค่าความชื้นจะมีค่าเพิ่มมากขึ้นแต่อุณหภูมิจะไม่เกินค่าที่กำหนดไว้จึงทำให้สภาพอากาศภายในโรงเรือนมีสภาพอากาศที่เหมาะสมแก่การเพาะปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิคส์



ภาพที่ 11 ค่าความชื้นและอุณหภูมิในขณะปิดระบบ



ภาพที่ 12 ค่าความชื้นและอุณหภูมิในขณะเปิดระบบ



ภาพที่ 13 ความแตกต่างของค่าความชื้นและอุณหภูมิระหว่างปิดระบบกับเปิดระบบ

### 3.2 การทดสอบระบบการทำงานระบบ เปลี่ยนถ่ายน้ำปุ๋ย

การทดสอบเปิดระบบการทำงานเปลี่ยน  
ถ่ายน้ำปุ๋ยเพื่อหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการเปลี่ยน  
ถ่ายน้ำปุ๋ยและเติมน้ำปุ๋ย โดยการใช้น้ำพิก้าในการจับ  
เวลาการระบายน้ำและการเติมน้ำจนเต็ม จากนั้นจะ  
ตั้งเวลาโดยใช้ทามเมอร์ควบคุม พบว่าในกรณีใช้ถังวน  
น้ำปุ๋ยที่มีขนาด 80 ลิตร จะใช้เวลาในการถ่ายน้ำทั้ง  
ประมาณ 15 นาทีและใช้เวลาเติมน้ำประมาณ 10  
นาที การทดสอบจะตั้งเวลาที่ตัวทามเมอร์ควบคุม  
การถ่ายน้ำปุ๋ยในการปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์เป็น  
ระยะเวลา 1 เดือน พบว่าระบบสามารถทำงานได้ตรง  
ตามระยะเวลาที่ตั้งไว้โดยกำหนดให้ระบบถ่ายน้ำทั้ง  
ทำงานที่เวลา 18.00-18.15 น. และเวลาที่ระบบเติม  
น้ำจนเต็มเวลา 18.15-18.25 น. ในทุก ๆ 7 วัน  
จำนวน 5 ครั้ง

### 3.3 การทดสอบระบบการทำงานการผสม แม่ปุ๋ย A และแม่ปุ๋ย B

การทดสอบการตั้งเวลาการทำงานกรณี  
ใช้ถังวนน้ำปุ๋ย 80 ลิตร จะใช้อัตราส่วนของแม่ปุ๋ย  
กำหนดให้ใช้การผสมเป็นแม่ปุ๋ย 5 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1  
ลิตร ดังนั้นในกรณีนี้จะต้องใส่แม่ปุ๋ย A และแม่ปุ๋ย B  
ชนิดละ 400 มิลลิลิตร โดยจะตั้งเวลาของทามเมอร์  
ปั๊มสูบลำแม่ปุ๋ย 13 วินาที และตั้งเวลาของทามเมอร์  
ระบบปิดการผสมปุ๋ยที่เวลา 600 ชั่วโมง ดังนั้นจะต้อง  
ใช้เวลาในการทดสอบ 5 สัปดาห์ สำหรับระบบที่ท  
การออกแบบ โดยระบบผสมปุ๋ยมีการทำงานตลอด  
ระยะเวลา 4 สัปดาห์ และในสัปดาห์ที่ 5 จะตั้งให้  
ทามเมอร์ตัดระบบผสมปุ๋ยให้หยุดการทำงานเพื่อ  
ต้องการให้ระบบส่งน้ำให้แปลงผักก่อนทำการเก็บ  
เกี่ยวประมาณ 3-5 วัน โดยจะสามารถลดอาการขม  
ของผักและจะทำให้ผักสามารถดูดทรัพยากรปุ๋ยไปใช้ใน

การเจริญเติบโตจนหมดก่อนนำผักนั้นมาทำการ  
บริโภค

### 3.4 การทดสอบระบบการทำงานของระบบ สลับไฟฟ้าไปใช้ไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์

การทำงานของระบบพลังงานแสงอาทิตย์  
โดยใช้โซลาร์เซลล์จะตั้งให้ระบบมีการทำงานอยู่ใน  
โหมด 2 ซึ่งจะมีการทำงานหลังจากที่ดวงอาทิตย์ตก  
(12 ชั่วโมง) โดยจะกำหนดให้รีเลย์สลับไปใช้พลังงาน  
จากแบตเตอรี่ที่ผ่านการชาร์จประจุจากโซลาร์เซลล์  
ในช่วงเวลากลางวัน ในกรณีที่พลังงานจากแบตเตอรี่  
หมดระบบก็จะตัดไปใช้พลังงานไฟฟ้าเช่นเดิมโดย  
อัตโนมัติ ผลการทดสอบพบว่าระบบการชาร์จพลังงาน  
ไฟฟ้าโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์จะสามารถชาร์จ  
ประจุไฟฟ้านำมาใช้ในโรงเรือนนาน 8 ชั่วโมง 25  
นาที ใช้เวลาในการทดสอบ 7 วัน พบว่าระบบมีการ  
ทำงานสลับไปใช้ไฟฟ้าจากบ้านเฉลี่ยในช่วงระยะเวลา  
03.05 น. ถึง 18.40 น. และระบบจะสลับไปใช้ไฟฟ้า  
จากแบตเตอรี่เฉลี่ยเวลา 18.40 น. ถึง 03.05 น.

## 4. สรุปผลการวิจัย

ระบบควบคุมอัตโนมัติสำหรับโรงเรือนแบบ  
ไฮโดรโปนิกส์โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ โรงเรือน  
มีขนาด (1.20 x 2.40 x 1.60) เมตร (กว้างxยาวxสูง)  
สามารถปลูกผักได้จำนวน 60 ต้น สามารถประหยัด  
พลังงานไฟฟ้าและเพิ่มประสิทธิภาพของโรงเรือน  
เพาะปลูกผักแบบไฮโดรโปนิกส์ การทำงานจะใช้  
ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมความชื้นและอุณหภูมิ  
สามารถควบคุมความชื้นภายในโรงเรือนในช่วงเวลา  
กลางวันไม่เกิน 80% ที่อุณหภูมิไม่เกิน 35°C สำหรับ  
การปลูกพืชไร้ดินในระบบไฮโดรโปนิกส์ แบบ  
Nutrient film technique (NFT) โรงเรือนเพาะปลูก  
จะเป็นระบบปิดซึ่งต้องควบคุมให้มีอุณหภูมิระหว่าง

25-35°C ความชื้น 60-80% ส่วนระบบการเปลี่ยนถ่ายน้ำจะทำงานควบคู่ไปกับระบบผสมปุ๋ย โดยจะผสมปุ๋ยที่อัตราส่วน 400 มิลลิลิตรต่อน้ำ 80 ลิตร ซึ่งจะใช้เวลา 13 วินาที โดยระบบจะทำงานทุก ๆ 7 วัน จนครบ 4 ครั้ง เมื่อเข้าสู่ครั้งที่ 5 ระบบผสมปุ๋ยจะหยุดการทำงาน แต่ระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำยังมีการทำงานตามปกติ ทุก ๆ ครั้งที่ระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำทำงานทำให้ระบบการสูบน้ำปุ๋ยหยุดการทำงาน ลงจนกระทั่งระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำปุ๋ยเปลี่ยนถ่ายน้ำเสร็จ ระบบสูบน้ำปุ๋ยถึงจะกลับมาทำงานอีกครั้ง ส่วนระบบพลังงานแสงอาทิตย์จะทำการชาร์จในช่วงเวลากลางวัน พลังงานที่ได้จากแผงโซลาร์เซลล์ ขนาด 120 วัตต์ จะผลิตกำลังวัตต์ได้เฉลี่ย 842.21 วัตต์ต่อวัน ขึ้นอยู่กับปริมาณและระยะเวลาของแสงจากดวงอาทิตย์ที่ลงมาตกกระทบกับแผงโซลาร์เซลล์ กำลังการผลิตไฟฟ้าที่ได้จากแผงโซลาร์เซลล์สามารถนำพลังงานมาใช้กับระบบทั้งหมดภายในโรงเรือนได้นานเฉลี่ยประมาณ 8 ชั่วโมงต่อวัน และเมื่อนำมาคิดค่าความคุ้มค่าเมื่อนำไปสร้างเป็นโรงเรือนขนาดใหญ่จะทำให้ลดต้นทุนแต่ยังมีข้อจำกัดในส่วน of พื้นที่และงบประมาณที่ค่อนข้างสูงสำหรับการปลูกพืชไว้รับประทานเองในครอบครัว

## 5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณนายสันติ พูนสวัสดิ์และนางสาวบุญธิดา เดชอรัญ นักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง ที่ได้ช่วยทางด้านเทคนิคในการจัดทำงานวิจัยให้สำเร็จตามวัตถุประสงค์

## 6. เอกสารอ้างอิง

- [1] ดิเรก ทองอร่าม. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน: หลักการจัดการผลิตเชิงธุรกิจในประเทศไทย (ฉบับปรับปรุงพิมพ์ใหม่ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: พิมพ์ดีการพิมพ์; 2550.
- [2] นพดล เรียบเลิศหิรัญ. การปลูกพืชไร้ดิน (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น; 2553.
- [3] โสระยา ร่วมรังสี. การปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์; 2544.
- [4] อานัฐ ตันโช. คู่มือการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. เชียงใหม่: ทรีโอแอดเวอร์ไทซิง แอนด์ มีเดีย; 2552.
- [5] ธนากร น้ำหอมจันทร์, อติกร เสรีพัฒนานนท์. ระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือนเพาะปลูกพืชไร้ดินแบบ Evaporative Cooling System ร่วมกับการสเปรย์ละอองน้ำแบบอัตโนมัติโดยใช้ PLC. รายงานฉบับสมบูรณ์ทุนวิจัยมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย ประจำปีการศึกษา 2555. กรุงเทพฯ; 2556.
- [6] คำคุณ พันธวงศ์, รัฐศิลป์ รานอกภานุวัชร. โรงเรือนไฮโดรโปนิคส์อัตโนมัติ. การประชุมวิชาการงานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเพื่อตอบสนองท้องถิ่นและภาคอุตสาหกรรม. The 9<sup>th</sup> Conference on Application Research and Development; 25-28 กรกฎาคม 2560; เชียงคาน, จังหวัดเลย. 2017
- [7] สมนึก ฉิมเรือง, ตันติกร จันโท. การพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือนเพื่อการปลูกผักสวนครัว. ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ประเทศไทย; 2559.