

การออกแบบโรงเรือนผักไฮโดรโปนิคส์ด้วยระบบควบคุมสภาพแวดล้อมอัตโนมัติ

A DESIGN OF THE HYDROPONIC GREENHOUSE WITH AUTOMATIC ENVIRONMENT CONTROL SYSTEM

อำนาจ ตงตีป^{1*} ปฏิพัทธ์ ถนอมพงษ์ชาติ¹ พงษ์ธร วิจิตรกุล¹

ยสินทีนี เอ็มหยวก¹ และอนุชา ริกากรณ์¹

¹คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

Amnad Tongtip^{1*} Patipat Thanompongchart¹ Pongtorn Wichitkul¹

Yasintinee Aimyuak¹ and Anucha Rikakorn¹

¹Faculty of Industrial Technology, Uttaradit Rajabhat University

*Corresponding author e-mail: Amnad.ton@uru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างโรงเรือนผักไฮโดรโปนิคส์ด้วยระบบควบคุมสภาพแวดล้อมอัตโนมัติ และทดสอบระบบควบคุมสภาพแวดล้อมเพื่อหาเงื่อนไขที่เหมาะสมในการปลูกผัก โดยในงานวิจัยนี้ได้ออกแบบการทดลองเปรียบเทียบการปลูกพืชทดลอง (ผักกรีนคอส) ในโรงเรือนด้วยระบบอัตโนมัติ และนอกโรงเรือนแบบทั่วไปโดยการเติมปุ๋ยน้ำด้วยการวัดค่าการนำไฟฟ้าในสารละลาย (Electrical Conductivity, EC) และค่าความเป็นกรดต่าง (pH) และควบคุมอุณหภูมิและความชื้นให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสม การทดลองใช้เวลา 45 วัน โดยแบ่งเป็นช่วงเพาะเมล็ดในถาดปลูก 7-14 วัน จากนั้นจึงย้ายไปปลูกแบบไฮโดรโปนิคส์ในราง ผลที่ได้พบว่า การปลูกพืชทดลองในโรงเรือนมีค่า EC, pH, อุณหภูมิและความชื้นอยู่ที่ 1.3-1.4 mS/cm, 5.5-7.0, 28-33°C และ 60-80 %RH ตามลำดับ โดยมีอัตราการเจริญเติบโตของลำต้นอยู่ที่ 0.1767 และอัตราการงอกของใบอยู่ที่ 0.6566 และเมื่อนำไปเทียบกับผลการทดลองกับการปลูกพืชทดลองภายนอกโรงเรือนที่มีอัตราการเจริญเติบโตของลำต้นอยู่ที่ 0.0899 และอัตราการงอกของใบอยู่ที่ 0.4691 พบว่า พืชที่ปลูกในโรงเรือนมีอัตราการเจริญเติบโตของลำต้นที่ดีกว่า 96% และมีอัตราการงอกของจำนวนใบที่ดีกว่า 28.88%

คำสำคัญ: โรงเรือน, ไฮโดรโปนิคส์, ระบบควบคุม

Abstract

This research aims to design and build a hydroponics vegetable greenhouse with an automatic environment control system and to test the environmental control system to find suitable conditions for growing vegetables. In this research, a comparative of experiment of growing experimental plants (Green Cos vegetables) is designed in an automated system and outside conventional systems with adding liquid fertilizer. Then the electrical conductivity is

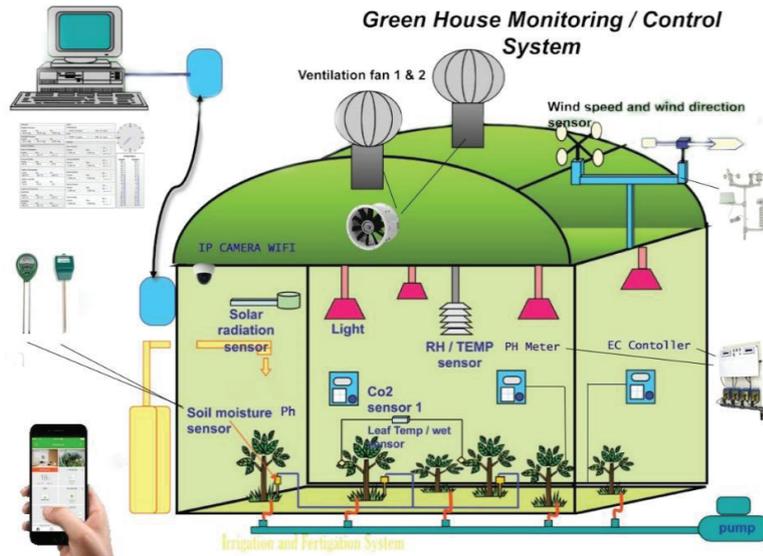
measured in the solution which are pH, temperature, and humidity within the appropriate range. The experiment test in 45 days with 7-14 days seeding period in trays and then transferred to hydroponics in troughs. The results showed that the experimental cultivation in greenhouses had EC, pH, temperature, and humidity at 1.3–1.4 mS/cm, 5.5–7.0, 28–33°C and 60–80 %RH, respectively. The stem has growth rate at 0.1767 and the leaf germination rate was 0.6566. The planting outside the greenhouse has growth rate at 0.0899 and the leaf germination rate at 0.4691. Then, compared with the experimental results, it was found that, plants grown in greenhouses had better stem growth rates of 96% and leaf germination rates of 28.88%.

Keywords: Greenhouse, Hydroponic, Control System

1. บทนำ

ในปัจจุบันการปลูกผักแบบไฮโดรโปนิคส์เป็นที่นิยมอย่างมากในประเทศไทยเนื่องจากใช้พื้นที่ไม่มาก และสามารถปลูกโดยไม่ใช้ดิน นอกจากนี้ยังสามารถควบคุมปัจจัยต่างๆ ได้เมื่อเทียบกับการปลูกบนดิน เช่น การให้ปุ๋ยทางน้ำ การปรับค่า pH การปรับระดับน้ำ เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ในการปลูกผักไฮโดรโปนิคส์ยังมีปัจจัยอื่นในด้านสภาพแวดล้อมที่ช่วยให้ผักมีการเจริญเติบโตได้ดี ซึ่งหากไม่มีเวลาในการดูแลเอาใจใส่ สิ่งเหล่านี้จะเป็นผลให้ผักอาจจะเจริญเติบโตได้ไม่ดีพอ การปลูกผักแบบไฮโดรโปนิคส์ทั่วไปจะเป็นการปลูกแบบให้ปุ๋ยทางน้ำและไหลวนในรางปลูก (Al-Ali, A. R. et al., 2019) โดยมีสแลนบังแสงไว้ด้านบนรางปลูก ซึ่งปลูกในระบบเปิดหรือบางแปลงอาจจะเพิ่มเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นของอากาศ (สกรณ บุษบง และคณะ, 2563; รัฐศิลป์ รานอกภานุวัชร, 2561, น.74–82) เพื่อตรวจสอบสภาพอากาศ อย่างไรก็ตาม ระบบดังกล่าวไม่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมได้ ทำให้การปลูกในช่วงที่อากาศร้อนจัด (ฤดูร้อน) หรือช่วงที่มีความชื้นสูง (ฤดูฝน) ผลผลิตอาจจะได้ไม่ดีพอหรือเสียหายไปในที่สุด ดังนั้น หากมีระบบที่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมในการปลูกที่เหมาะสม (Lin, X. et al., 2021; รัตติกานต์ วิบูลย์พานิช, 2560; Pitakphongmetha, J. et al., 2016; Muangprathub, J. et al., 2019) ผลผลิตที่ได้ก็จะออกมาดีและสามารถปลูกได้ในทุกฤดูกาล

ในงานวิจัยนี้จะทำการออกแบบและสร้างโรงเรือนผักไฮโดรโปนิคส์ที่มีระบบควบคุมสภาพแวดล้อมอัตโนมัติ ซึ่งประกอบไปด้วย อุณหภูมิ ความชื้น ความเป็นกรด-ด่างของสารละลาย ปริมาณการใส่ปุ๋ย และแสง เป็นต้น โดยจะทำการออกแบบและหาเงื่อนไขที่ใช้ในการควบคุมสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมกับการปลูกผักไฮโดรโปนิคส์ในทุกสภาพอากาศ



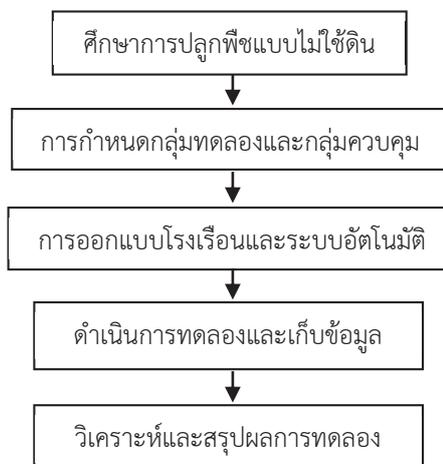
ภาพที่ 1 แสดงลักษณะโรงเรือนสมาร์ทฟาร์มอัจฉริยะ (ศุภฤกษ์ เชาวลิขิตตระกูล, 2560)

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 2.1 ออกแบบและสร้างโรงเรือนผักไฮโดรโปนิคส์ด้วยระบบควบคุมสภาพแวดล้อมอัตโนมัติ
- 2.2 ทดสอบระบบควบคุมสภาพแวดล้อมเพื่อหาเงื่อนไขที่เหมาะสมในการปลูกผัก

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเพื่อมุ่งหาประสิทธิภาพของระบบอัตโนมัติสำหรับการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดินในโรงเรือน ดังนั้นเพื่อให้การทำวิจัยครั้งนี้ดำเนินการตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ผู้วิจัยจึงได้กำหนดวิธีดำเนินการวิจัย ซึ่งมีรายละเอียดดังแผนผังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แสดงแผนผังการดำเนินงาน

โดยมีรายละเอียดของวิธีการดำเนินการวิจัยดังนี้

3.1 ศึกษาการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน

ในส่วนของการศึกษาการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาการปลูกพืชในระบบไฮโดรโปนิคส์ ซึ่งเป็นการปลูกโดยใช้รากแช่อยู่ในสารละลายและให้ธาตุอาหารผ่านราก โดยใช้รางทดลองขนาดกว้าง 5–7 เซนติเมตร สูง 3–5 เซนติเมตร และยาวประมาณ 3 เมตร การไหลของสารละลายเป็นแบบต่อเนื่อง โดยปั๊มทำการดูดสารละลายไหลผ่านรากแล้ววนกลับมายังถังเก็บสารละลายด้วยอัตราการไหลในแต่ละรางอยู่ในช่วง 1–3 ลิตรต่อนาที

3.2 การกำหนดกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

สำหรับการกำหนดกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผู้วิจัยได้ทำการกำหนดกลุ่มดังต่อไปนี้

กลุ่มทดลอง คือ การทดลองปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินในระบบไฮโดรโปนิคส์โดยมีระบบอัตโนมัติในการควบคุมปัจจัยให้อยู่ในช่วงที่กำหนด ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือน และแสง (เพิ่มแสงในเวลากลางวัน) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ค่านำไฟฟ้า (EC) ของสารละลาย ซึ่งพืชที่ใช้ในการทดลอง คือ ผักกาดเขียว (Green Cos)

กลุ่มควบคุม คือ ทดลองการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินในระบบไฮโดรโปนิคส์ในระบบปกติ โดยมีการเติมสารละลาย A และ B ทุกๆ 7 วัน และไม่มีมีการควบคุมหรือปรับสภาพแวดล้อมของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในโรงเรือน โดยใช้ผักชนิดเดียวกันกับกลุ่มทดลอง

3.3 กำหนดตัวแปรในการทดลอง

ตัวแปรต้น คือ การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินในระบบไฮโดรโปนิคส์แบบปกติและแบบใช้ระบบอัตโนมัติช่วยในการควบคุมปัจจัย

ตัวแปรตาม คือ การเจริญเติบโตของพืชที่ใช้ในการทดลอง โดยวัดจากจำนวนใบ ความสูงของต้น และน้ำหนักสด

ตัวแปรควบคุม ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ค่านำไฟฟ้า (EC) ของสารละลาย (ซึ่งประกอบไปด้วยปุ๋ย A และปุ๋ย B ที่มีส่วนประกอบของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียม แคลเซียม เหล็ก แมงกานีส สังกะสี ทองแดง) และอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ

3.4 การออกแบบโรงเรือนและระบบอัตโนมัติ

ในการออกแบบโรงเรือน ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบโครงสร้างให้มีลักษณะที่สามารถควบคุมอุณหภูมิแสง (เพิ่มในเวลากลางวัน) อัตราการหมุนเวียนของลม ความชื้นสัมพัทธ์ โดยลักษณะของโรงเรือนแสดงดังภาพที่ 3 ซึ่งมีขนาดกว้าง × ยาว × สูง เป็น 2 × 4 × 2.7 เมตร และระบบอัตโนมัติเพื่อควบคุมปัจจัยสำหรับการทดลองปลูกผักไฮโดรโปนิคส์ ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบระบบควบคุมปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช คือ อุณหภูมิ ความชื้น แสง ค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าการนำไฟฟ้าของสารละลาย โดยแสดงดังภาพที่ 4 และ 5



(ก) การคลุมโรงเรือน



(ข) โครงและรางน้ำ

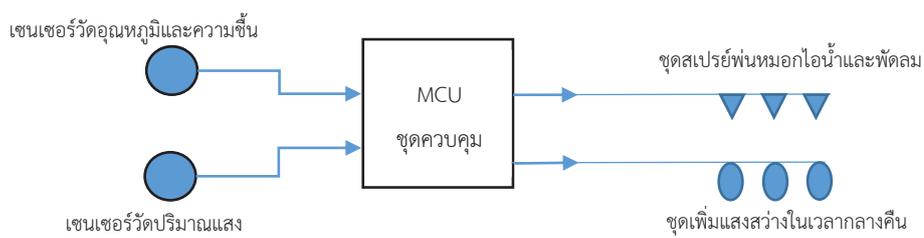


(ค) ไฟแสงสว่างและชุดพัฒนาระบายอากาศ

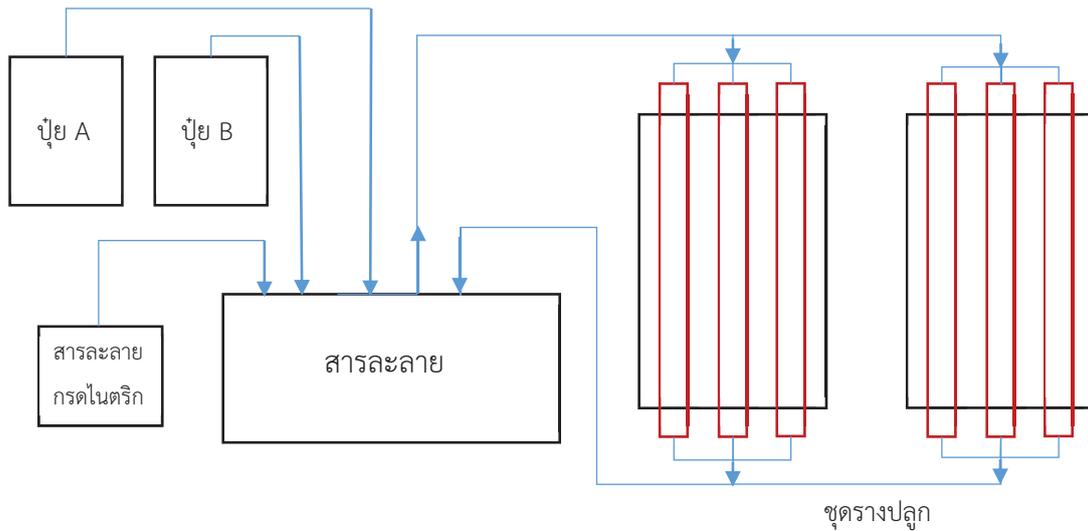


(ง) อุปกรณ์วัด EC และ pH

ภาพที่ 3 ลักษณะโรงเรือนและอุปกรณ์ในโรงเรือน



ภาพที่ 4 ระบบอัตโนมัติเพื่อควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น และวัดปริมาณแสง



ภาพที่ 5 ระบบอัตโนมัติในการควบคุมความเป็นกรด-ด่าง และค่าการนำไฟฟ้าของสารละลาย

4. ผลการวิจัย

ในส่วนของการทดสอบและเก็บข้อมูลของอุปกรณ์นั้นจะทำการทดสอบค่าต่างๆ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ผลของการปลูกในโรงเรือน โดยในงานวิจัยนี้ได้ทำการเก็บค่า EC, pH, จำนวนใบ, ความยาวลำต้น, อุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือน โดยทดลองของระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินในระบบไฮโดรโปนิคส์ ด้วยระบบอัตโนมัติและระบบทั่วไปที่ทำการปลูกนอกโรงเรือนในระบบไฮโดรโปนิคส์ โดยทำการทดลองปลูกไว้บริเวณข้างเคียงกับโรงเรือน โดยแสดงในภาพที่ 6



ภาพที่ 6 การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินในระบบไฮโดรโปนิคส์แบบทั่วไป (นอกโรงเรือน)

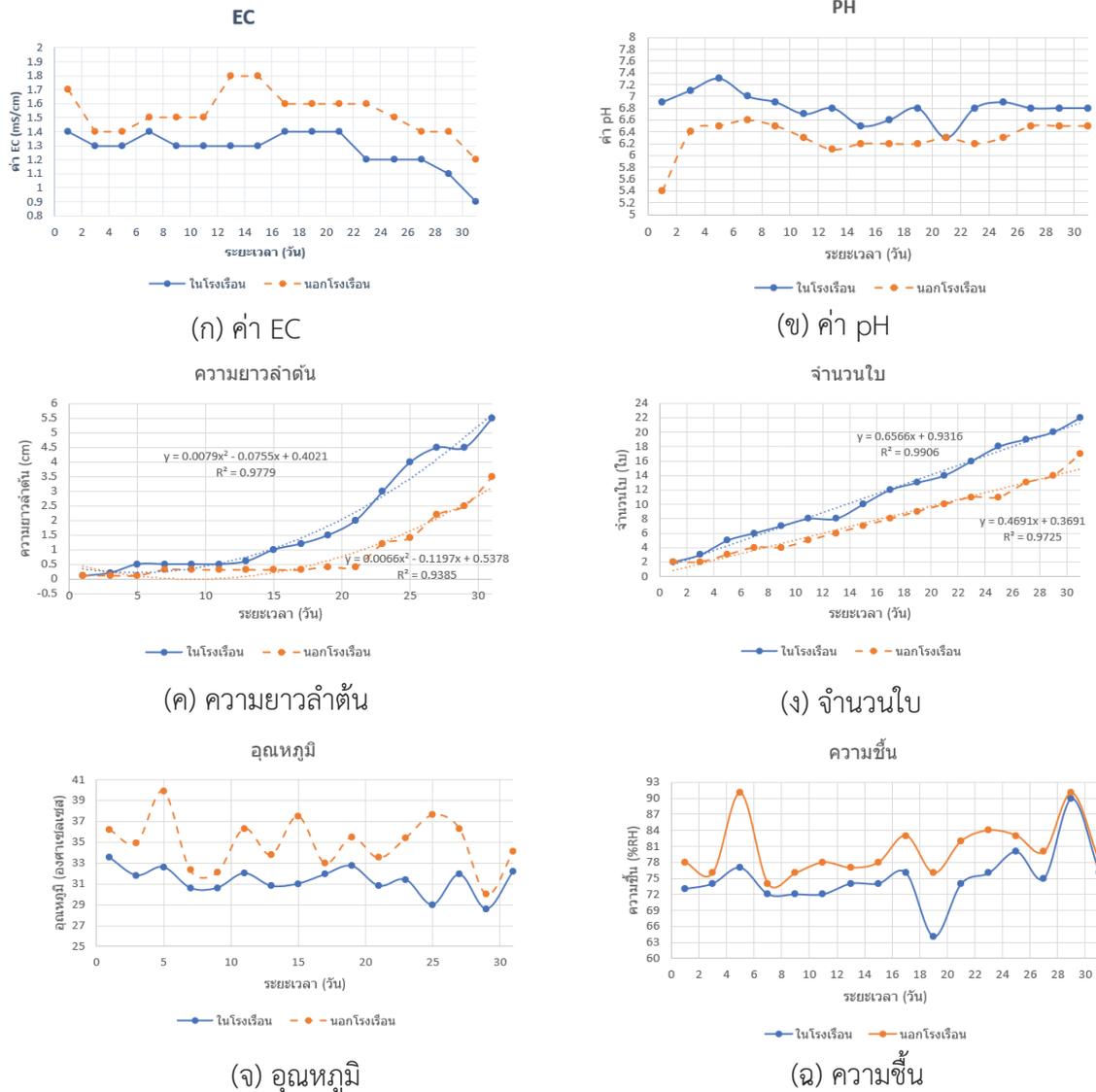
ผลของการปลูกพืชแบ่งเป็น 2 การทดลอง คือ การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินในระบบไฮโดรโปนิคส์ด้วยระบบอัตโนมัติ และการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินในระบบไฮโดรโปนิคส์แบบทั่วไป โดยในการทดลองนี้ได้ทำการวัดค่า EC, pH, จำนวนใบ, ความยาวลำต้น, การเพิ่มสารละลาย อุณหภูมิและความชื้น ซึ่งใช้เวลาในการปลูก 45 วัน ผลที่ได้แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าที่ได้จากการทดลองของระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินในระบบไฮโดรโปนิคส์ด้วยระบบอัตโนมัติ และระบบทั่วไป

วันที่	การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินในระบบไฮโดรโปนิคส์ด้วยระบบอัตโนมัติ								การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินในระบบไฮโดรโปนิคส์แบบทั่วไป							
	EC (mS/cm)	pH	จำนวน ใบ (ใบ)	ความ ยาว ลำต้น	การเพิ่ม สารละลาย		อุณหภูมิ °C	ความชื้น	EC (mS/cm)	pH	จำนวน ใบ (ใบ)	ความ ยาว ลำต้น	การเพิ่ม สารละลาย		อุณหภูมิ °C	ความชื้น
					เติม	ไม่ เติม							เติม	ไม่ เติม		
1	1.4	6.9	2	0.1		✓	33.5	73	1.7	5.4	2	0.1	✓		36.2	78
3	1.3	7.1	3	0.2		✓	31.8	74	1.4	6.4	2	0.1		✓	34.9	76
5	1.3	7.3	5	0.5		✓	32.6	77	1.4	6.5	3	0.1		✓	39.9	81
7	1.4	7.0	6	0.5		✓	30.6	72	1.5	6.6	4	0.3	✓		32.3	74
9	1.3	6.9	7	0.5		✓	30.6	72	1.5	6.5	4	0.3		✓	32.1	76
11	1.3	6.7	8	0.5		✓	32.0	72	1.5	6.3	5	0.3		✓	36.3	78
13	1.3	6.8	8	0.6		✓	30.8	74	1.8	6.1	6	0.3	✓		33.8	77
15	1.3	6.5	10	1.0		✓	31.0	74	1.8	6.2	7	0.3		✓	37.5	78
17	1.4	6.6	12	1.2		✓	31.9	76	1.6	6.2	8	0.3		✓	33.0	83
19	1.4	6.8	13	1.5		✓	32.7	64	1.6	6.2	9	0.4		✓	35.5	76
21	1.4	6.3	14	2.0		✓	30.8	74	1.6	6.3	10	0.4		✓	33.5	82
23	1.2	6.8	16	3.0		✓	31.4	76	1.6	6.2	11	1.2		✓	35.4	84
25	1.2	6.9	18	4.0		✓	29.0	80	1.5	6.3	11	1.4	✓		37.6	83
27	1.2	6.8	19	4.5		✓	31.9	75	1.4	6.5	13	2.2		✓	36.3	80
29	1.1	6.8	20	4.5		✓	28.6	90	1.4	6.5	14	2.5		✓	30.0	91
31	0.9	6.8	22	5.5		✓	32.2	76	1.2	6.5	17	3.5		✓	34.1	78

ตารางที่ 1 แสดงผลการเก็บข้อมูลหลังจากที่พืชเริ่มมีใบเลี้ยงงอกขึ้น ซึ่งได้ทำการเพาะเมล็ดผ่านไป 10-14 วัน และเริ่มนำต้นอ่อนย้ายไปลงในแปลงทดลองในช่วงกลางเดือนสิงหาคมซึ่งเป็นฤดูฝน และทำการเก็บข้อมูลในช่วงเวลาประมาณ 09.30-10.00 น.

จากผลการทดลองของระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินในระบบไฮโดรโปนิคส์ด้วยระบบอัตโนมัติ และระบบทั่วไป พบว่า เมื่อนำค่าที่ได้จากการทดสอบ ประกอบไปด้วย EC, pH, จำนวนใบ, ความยาวลำต้น, การเพิ่มสารละลาย, อุณหภูมิและความชื้น มาสร้างเป็นกราฟความสัมพันธ์เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลของแต่ละค่า แสดงในภาพที่ 7



ภาพที่ 7 ผลการวิจัย

5. บทสรุปและอภิปรายผล

จากผลการวิจัยการปลูกพืชในโรงเรือนผักไฮโดรโปนิคส์ด้วยระบบควบคุมสภาพแวดล้อมอัตโนมัติ ด้วยการควบคุม EC, pH ในสารละลาย และอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือน สามารถสรุปได้สองส่วน คือ ระบบควบคุมสภาพแวดล้อมอัตโนมัติในโรงเรือน และผลการเจริญเติบโตของพืชทดลองที่ใช้ปลูก (ผักก้านคอส) ในส่วนของระบบควบคุมสภาพแวดล้อมอัตโนมัติในโรงเรือน ค่า EC และ pH ของสารละลายที่ใช้เลี้ยงพืชทดลองได้ทำการกำหนดให้อยู่ในช่วง 1.3–1.4 ms/cm และ 5.5–7.0 ตามลำดับ (www.kasetporpeang.com) ซึ่งระบบควบคุมสามารถทำงานให้ค่าอยู่ในช่วงดังกล่าวได้ค่อนข้างดี ดังแสดงในภาพที่ 4(ก) และ 4(ข) สำหรับค่า EC และ pH ตามลำดับ โดยค่า EC ของการปลูกในโรงเรือน และนอกโรงเรือน เฉลี่ยเป็น 1.275 และ 1.531 ms/cm ตามลำดับ และค่า pH เฉลี่ยเป็น 6.812 และ 6.293

สำหรับในและนอกโรงเรือน ตามลำดับ แต่ก็มีบางช่วงที่ค่า EC อยู่นอกช่วง เนื่องจากช่วงเวลานั้นมีฝนตก และเมฆมากจึงทำให้พืชเกิดการไหม้ที่บริเวณปลายใบ (Burn Trip) ค่า EC จึงถูกปรับลดลงมาที่ 1.2 ms/cm เพื่อให้พืชลดการดูดซึมของธาตุอาหารในส่วนของอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือน ค่าอุณหภูมิได้ถูกกำหนดให้ไม่เกิน 40°C โดยวัดค่าเฉลี่ยของในโรงเรือนและนอกโรงเรือน คือ 31.33°C และ 34.9°C ตามลำดับ และความชื้นอยู่ในช่วง 60–80 %RH (รัฐศิลป์ รานอกภานุวัชร, 2561, น.74–82) ซึ่งวัดค่าเฉลี่ยของในโรงเรือนและนอกโรงเรือน คือ 74.93 และ 80.31 ตามลำดับ และเมื่อนำค่า EC, pH, อุณหภูมิและความชื้นที่เฉลี่ยตลอดช่วงการปลูก (30 วัน หลังจากเพาะเมล็ดประมาณ 14 วัน) ในโรงเรือนด้วยระบบควบคุมสภาพแวดล้อมเปรียบเทียบกับโรงเรือนกลางแจ้ง พบว่า ความแตกต่างของค่า EC, pH, อุณหภูมิและความชื้นเป็น 20.09%, 7.61%, 10.2% และ 6.69% ตามลำดับ

ในส่วนของการเจริญเติบโตของพืชทดลองปลูก (ผักกรีนคอส) พบว่า การเจริญเติบโตในโรงเรือนด้วยระบบควบคุมสภาพแวดล้อมอัตโนมัติของความยาวลำต้นและจำนวนใบ สามารถนำไปสร้างกราฟความสัมพันธ์กับระยะเวลาในการปลูกดังแสดงในภาพที่ 4(ค) และ 4(ง) ตามลำดับ โดยในกราฟแสดงถึงความสัมพันธ์ที่เป็นสมการพหุนามกำลังสองสำหรับความยาวลำต้น และสมการเส้นตรงสำหรับจำนวนใบ โดยมีความชันของการเจริญเติบโตของความยาวลำต้นและการงอกของใบเป็น 0.0158 และ 0.6566 ตามลำดับ และเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับค่าการเจริญเติบโตของการปลูกกลางแจ้งที่มีความชันของการเจริญเติบโตของความยาวลำต้น และการงอกของจำนวนใบที่ 0.0132 และ 0.4691 ตามลำดับ พบว่าการปลูกในโรงเรือนมีอัตราการเจริญเติบโตของความยาวลำต้นดีกว่า 19.70% และมีอัตราการงอกของจำนวนใบที่ดีกว่า 28.88% และเมื่อทำการปลูกครบระยะเวลา 45 วัน น้ำหนักของพืชทดลองที่ปลูกในโรงเรือนหนักเฉลี่ย 89 กรัมต่อต้น และนอกโรงเรือนหนักเฉลี่ย 63 กรัมต่อต้น ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบการปลูกในโรงเรือนและนอกโรงเรือน พบว่า การปลูกในโรงเรือนมีน้ำหนักเฉลี่ยของพืชทดลองมากกว่าการปลูกกลางแจ้งอยู่ถึง 41.3% ซึ่งจากผลการวิจัยที่ทำการทดสอบในฤดูฝนที่มีปัญหาในเรื่องของความชื้นที่ทำให้ผักกรีนคอสเจริญเติบโตได้ไม่ดี (เมื่อเทียบกับการปลูกกลางแจ้ง) พบว่า การปลูกในโรงเรือนสามารถควบคุมอุณหภูมิความชื้นให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสม และทำให้ผักกรีนคอสเจริญเติบโตได้ดีกว่า

6. ปัญหาที่พบในงานวิจัย

6.1 ในขณะที่เริ่มปลูกได้ 7–10 วัน พบหอยทากได้มาทำลาย (กิน) ต้นอ่อน โดยในโรงเรือนเสียหายไปประมาณ 20% ของจำนวนช่องปลูกทั้งหมด (6 ช่อง จากทั้งหมด 30 ช่อง) ในขณะที่นอกโรงเรือนถูกทำลายไป 60% (9 ช่อง จากทั้งหมด 15 ช่อง)

6.2 ในโรงเรือนมีเพียงพัดลมระบายอากาศจากในโรงเรือนออกข้างนอก จึงทำให้ไม่สามารถลดความชื้นให้ต่ำกว่านอกโรงเรือนได้ ซึ่งปัญหาดังกล่าวจะเกิดขึ้นในกรณีที่ภายนอกโรงเรือนมีความชื้นที่สูง (วันที่ฝนตก) ในขณะที่เดียวกันความชื้นในโรงเรือนมีค่ามากกว่าค่าที่กำหนดไว้

6.3 พืชทดลอง (ผักกรีนคอส) เกิดการไหม้ที่บริเวณปลายใบ ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากในวันที่ฝนตก และแสงน้อย พืชจะลดการคายน้ำที่ใบ และเมื่อปริมาณธาตุอาหารเท่าเดิม พืชจึงเกิดลักษณะดังกล่าว

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 ก่อนเริ่มการปลูก ให้ทำการโรยปูนขาวลงบนพื้นภายในโรงเรือนและรอบๆ เพื่อเป็นการป้องกัน หอยทากเข้ามาในโรงเรือน และทำการสำรวจรอบๆ บริเวณพื้นโรงเรือน หากพบหอยทากให้ทำการกำจัด ก่อนที่จะเริ่มปลูกพืช

7.2 เพิ่มอุปกรณ์ลดความชื้นในโรงเรือนเพื่อใช้สำหรับลดความชื้นในกรณีที่ความชื้นในโรงเรือน เกินค่าที่กำหนด และภายนอกโรงเรือนมีความชื้นที่สูงกว่าภายในโรงเรือน

7.3 ในกรณีที่เกิดการไหม้ที่บริเวณปลายใบ ให้ทำการลดการให้ปุ๋ย โดยลดค่า EC ลงในสารละลาย หรือเจือจางด้วยการเติมน้ำเปล่า

8. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ ปีงบประมาณ พ.ศ. 2564

9. เอกสารอ้างอิง

- รัฐศิลป์ รานอกภานุวัชร. (2561). ระบบควบคุมโรงเรือนผักไฮโดรโปนิคส์อัตโนมัติโดยใช้เทคโนโลยี IoT และ เครื่องมือการเรียนรู้เชิงลึก. *Journal of Information Science and Technology*, 8(2), 74–82.
- รัตติกานต์ วิบูลย์พานิช. (2560). การออกแบบตัวต้นแบบระบบโรงเรือนอัจฉริยะเพื่อส่งเสริมความสะดวกสบายให้กับผู้สูงอายุ โดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสรรพสิ่ง (รายงานการวิจัย). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ.
- ศุภฤกษ์ ชาวลิตตระกูล. (2560). ระบบปลูกผักสลัดไฮโดรโปนิคส์แบบอัตโนมัติ. (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.
- สกรณ์ บุชบง, วราวุธ จอสูงเนิน, และอมรเพชร ตลับทอง. (2563). การพัฒนาระบบปลูกผักไฮโดรโปนิคส์ ด้วยสมองกลฝังตัวผ่าน NETPIE. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์*, 4(1), 61-71.
- Al-Ali, A. R., Al Nabulsi, A., Mukhopadhyay, S., Awal, M. S., Fernandes, S., and Ailabouni, K. (2019). IoT-solar energy powered smart farm irrigation system. *Journal of Electronic Science and Technology*, 17(4). 100017.

- Lin, X., Sun, X., Manogaran, G., and Rawal, B. S. (2021). Advanced energy consumption system for smart farm based on reactive energy utilization technologies. *Environmental Impact Assessment Review*, 86, 106496.
- Muangprathub, J., Boonnam, N., Kajornkasirat, S., Lekbangpong, N., Wanichsombat, A., and Nillaor, P. (2019). IoT and agriculture data analysis for smart farm. *Computers and Electronics in Agriculture*, 156, 467–474.
- Pitakphongmetha, J., Boonnam, N., Wongkoon, S., Horanont, T., Somkiadcharoen, D., and Prapakornpilai, J. (2016). Internet of Things for Planting in Smart Farm Hydroponics Style. In *2016 International Computer Science and Engineering Conference (ICSEC)* (pp. 1–5). Chiang Mai, Thailand.