

การพัฒนาระบบปลูกผักไฮโดรโปนิคส์ แบบควบคุมความเข้มข้นของสารอาหาร
ด้วยระบบสมองกลฝังตัว

Development of Hydroponic Vegetable Growing Nutrient Concentration
Control with Embedded

วสันต์ เพชรพิมูล^{1*} อภิสิตธิ์ โจรจนกร² และอนุธิดา เพชรพิมูล³

^{1*}ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

²นักศึกษาโปรแกรมวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมไฟฟ้า คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

³อาจารย์ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

Wasan Phetphimoon^{1*} Abhisit rojanakorn² and Anuthida Phetphimoon³

^{1*}Assistant Professor, Faculty of Industrial Technology, Kamphaeng Phet Rajabhat University

²Student, Program in Electrical Engineering Technology, Kamphaeng Phet Rajabhat University

³Lecturer, Faculty of Management Science, Kamphaeng Phet Rajabhat University

*Email: Wasan.rmutt@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอการพัฒนาระบบปลูกผักไฮโดรโปนิคส์ แบบควบคุมความเข้มข้นของสารอาหาร ด้วยระบบสมองกลฝังตัว โดยมีการควบคุมค่า EC และค่า pH ด้วย PLC FX1N โดยสารละลายอินทรีย์ที่เราได้ ทำการควบคุม คือ สาร A สาร B และสาร C โดยสมการหาค่าปริมาณการผสมสารของน้ำแต่ละลิตรในสูตรปุ๋ย 3-1-1 เมื่อได้ค่าสารที่ต้องการจากสมการในการหาค่าสารละลาย A B C แล้ว จะเขียนโปรแกรมควบคุมค่า สารอาหารด้วย PLC FX1N จากนั้นใช้โซลินอยด์วาล์วทำหน้าที่ควบคุมสารละลายที่รับคำสั่งจาก PLC FX1N โดยผลการทดลองจะได้อัตราส่วนปริมาณการผสมสารในการปลูกผักไฮโดรโปนิคส์ที่ปริมาณสารละลาย (100 ลิตรต่อสารละลาย 1 ลิตร) ปริมาณน้ำ 70 ลิตร ค่าปริมาณสารละลายจะเท่ากับ 0.7 ลิตร จะได้ค่าสารละลาย A = 0.42 ลิตร สารละลาย B เท่ากับ 0.14 ลิตร สารละลาย C เท่ากับ 0.14 ลิตร และที่ปริมาณน้ำ 100 ลิตร ค่าปริมาณสารจะเท่ากับ 1 ลิตร และจะได้ค่าสารละลาย A เท่ากับ 0.6 มิลลิลิตร สารละลาย B เท่ากับ 0.2 ลิตร สารละลาย C เท่ากับ 0.2 ลิตร เมื่อนำระบบการให้สารโดยใช้ PLC FX1N ควบคุมโซลินอยด์วาล์วในการ ควบคุมการเติมสารละลาย A B C ตามเวลาที่กำหนด ที่อัตราส่วนปริมาณน้ำ 70 ลิตร ผลการทดลองคือ สารละลาย A ใช้เวลาในการเติม 41 วินาที สารละลาย B ใช้เวลาในการเติม 11 วินาที สารละลาย C ใช้เวลา ในการเติม 11 วินาที จะได้ค่า EC และ pH ตามที่ต้องการ คือ EC อยู่ที่ 2.0-2.5 และค่า pH อยู่ที่ 6.5-7.0

คำสำคัญ: การปลูกผักไฮโดรโปนิคส์, ระบบสมองกลฝังตัว

Abstract

This research proposes the development of hydroponic vegetable growing nutrient concentration control with embedded system with value control EC and pH by PLC FX1N. Which the organic solution that we have controlled are A, B and C by the equation to find the amount of mixing of each liter of water in the fertilizer formula 3-1-1. When the desired substance is obtained from the equation will write commands to control values by PLC FX1N. Then use a solenoid valve to control the solution that is ordered by PLC FX1N. The result of the experiment will get the ratio of the mixing quantity in the hydroponic vegetable growing at the amount of the solution (100 L of water per 1 L of organic solution) 70 L of water, the solution volume is 0.7 L, A = 0.42 mL B = 0.14 mL and C = 0.14 mL and 100 L of water, the solution volume is 1.0 L, A = 0.6 mL B = 0.2 mL and C = 0.2 mL. Experimental results 70 L of water time it takes to add the solution A = 41 s B = 11 s and C = 11 s EC = 2.0-2.5 and pH = 6.5-7.0 values as designed.

Keywords: Hydroponics, Embedded System

1. บทนำ

ในปัจจุบันการปลูกพืชไร้ดิน (Hydroponics) เป็นที่นิยมกันอย่างกว้างขวาง มีการปลูกในระดับครัวเรือน อุตสาหกรรมขนาดเล็กและขนาดใหญ่ ทำรายได้ให้แก่ผู้ประกอบการเป็นอย่างดี ทั้งนี้เนื่องมาจากว่าผู้บริโภคในยุคปัจจุบันได้ให้ความสนใจเกี่ยวกับสุขภาพกันมากขึ้นจึงเลือกที่จะบริโภคผักที่ปลูกในระบบ Hydroponics ซึ่งมีการปลูกในโรงเรือนที่ควบคุมแมลงศัตรูพืชได้ ทำให้มีการใช้สารเคมีน้อยลง ผักที่ได้จึงเป็นผักอนามัยมีการปนเปื้อนสารเคมีน้อยมากและเป็นทางเลือกหนึ่งที่ผู้บริโภคให้ความสนใจมากขึ้น อีกทั้งการปลูกและการจัดการต่างๆ ไม่ยุ่งยากอย่างที่คิด ทุกคนสามารถปลูกเองได้ทุกครัวเรือนเพื่อบริโภคภายในครอบครัว ทำให้ได้บริโภคผักที่สด สะอาดปลอดภัย และช่วยเสริมสร้างสุขภาพร่างกายให้แข็งแรงและยังเป็นการทำกิจกรรมร่วมกันภายในครอบครัว สร้างความผูกพันและความอบอุ่นให้เกิดขึ้นกับครอบครัวได้อีกทางหนึ่งด้วย และชาวเกษตรกรในจังหวัดกำแพงเพชรได้มีการปลูกพืชไร้ดินอย่างแพร่หลายอีกด้วย การปลูกแบบนี้จะเป็นการปลูกพืชโดยรากแช่อยู่ในสารละลายโดยตรง สารละลายธาตุอาหารจะไหลเป็นแผ่นฟิล์มบางๆ (หนาประมาณ 2-3 มิลลิเมตร) ในรางปลูกพืชกว้างตั้งแต่ 5-35 เซนติเมตร สูงประมาณ 5-10 เซนติเมตร ความกว้างรางขึ้นอยู่กับชนิดพืชที่ปลูก ความยาวของรางตั้งแต่ 5-20 เมตร การไหลของสารละลายอาจเป็นแบบต่อเนื่องหรือแบบสลับก็ได้ โดยทั่วไปสารละลายจะไหลแบบต่อเนื่องอัตราไหลอยู่ในช่วง 1-2 ลิตร/นาที่/ราง รางอาจทำจากแผ่นพลาสติกสองหน้าขาวและดำ หนา 80-200 ไมครอน หรือจาก PVC ขึ้นรูปเป็นรางสำเร็จรูป ทำจากโลหะ เช่น สังกะสีหรืออะลูมิเนียมและบุภายในด้วยพลาสติกเพื่อป้องกันการกัดกร่อนของสารละลาย โดยจะมีปั๊มดูดสารละลายให้ไหลผ่านรางและรากพืช และเวียนกลับมายังถังเก็บสารละลาย

แต่ข้อเสียของระบบนี้เป็นระบบที่ต้องมีการดูแลอย่างใกล้ชิดเพราะมีโอกาสที่ระบบจะเสียได้ง่าย และพืชจะถูกกระทบกระเทือนอย่างรุนแรงและรวดเร็วต้องใช้น้ำที่มีสิ่งเจือปนอยู่น้อย (สารละลายต่างๆ) ถ้ามีสิ่งเจือปนอยู่มากจะเกิดการสะสมของเกลือบางตัวที่พืชใช้น้อยหรือไม่ดูดใช้เลยสะสมอยู่ในสารละลาย ทำให้จำเป็นต้องเปลี่ยนสารละลายบ่อยๆ ทำให้สิ้นเปลืองและมีปัญหาเกี่ยวกับการสะสมของอุณหภูมิของสารละลาย โดยเฉพาะในเขตร้อนมีผลต่อการละลายตัวของออกซิเจนในสารละลายลดลงจะทำให้พืชอ่อนแอ รากถูกทำลายโดยโรคพืชได้ง่าย การเจริญเติบโตลดลงจนถึงไม่สามารถปลูกพืชได้เลย

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะสร้างระบบการปลูกพืชไร้ดิน (Hydroponics) แบบระบบกึ่งอัตโนมัติและระบบอัตโนมัติ เพื่อให้การปลูกพืชไร้ดินมีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น โดยระบบจะประกอบไปด้วยระบบที่มีการควบคุมสารละลายอินทรีย์ ควบคุมค่า pH และ EC ของสารละลายให้อยู่ในช่วงที่ต้องการอยู่ตลอดเวลา แบบควบคุมความเข้มข้นของสารอาหารด้วยระบบสมองกลฝังตัว โดยมีการควบคุมค่า EC และค่า pH ด้วย PLC FX1N ที่ใช้ชิปประมวลผลที่มีหน่วยความจำโปรแกรม EEPROM 8,000 ขั้นตอน มาใช้ในการควบคุมเวลาการเติมค่าสารที่ต้องการ โดยสารละลายอินทรีย์ที่ได้ทำการควบคุมคือ สาร A สาร B และสาร C โดยสมการหาค่าปริมาณการผสมสารของน้ำแต่ละลิตรในสูตรปุ๋ย 3-1-1 เมื่อได้ค่าสารที่ต้องการจากสมการในการหาค่าสารละลาย A B C แล้ว จะเขียนโปรแกรมควบคุมค่าสารอาหารด้วย PLC FX1N จากนั้นใช้โซลินอยด์วาล์วทำหน้าที่ควบคุมสารละลายที่รับคำสั่งจาก PLC FX1N

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

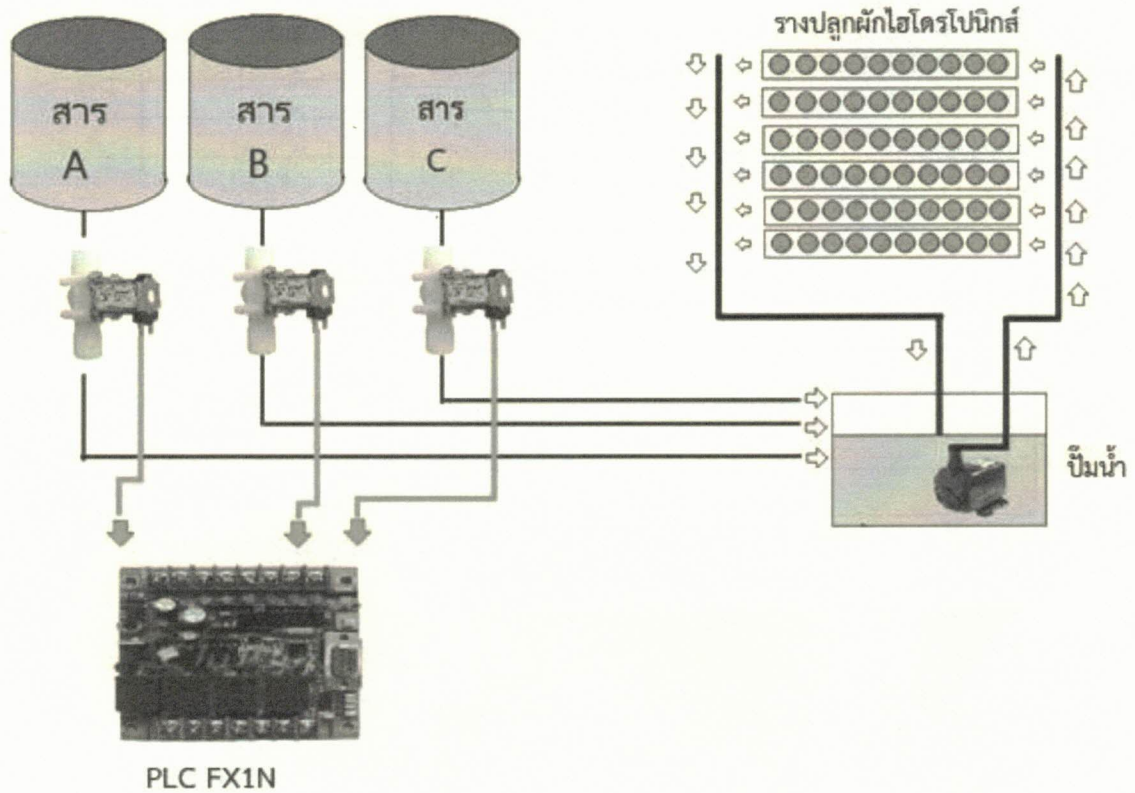
- 2.1 เพื่อศึกษาการปลูกผักไฮโดรโปนิคส์
- 2.2 เพื่อศึกษาและสร้างระบบปลูกผักไฮโดรโปนิคส์ แบบควบคุมความเข้มข้นของสารอาหารด้วยระบบสมองกลฝังตัว

3. ขอบเขตการวิจัย

ระบบการปลูกผักไฮโดรโปนิคส์แบบระบบกึ่งอัตโนมัติ แบบควบคุมความเข้มข้นของสารละลายอินทรีย์แบบอัตโนมัติ ที่มีการควบคุมค่า EC และค่า pH โดยการใช้ PLC FX1N

4. การออกแบบระบบปลูกผักไฮโดรโปนิคส์แบบควบคุมความเข้มข้นของสารอาหาร

4.1 ขั้นตอนการออกแบบของระบบการควบคุมสารอาหารในการปลูกผักไฮโดรโปนิคส์แบบอัตโนมัติ โดยใช้ในการควบคุมผ่านทาง PLC FX1N เพื่อควบคุมการให้สารอาหารแก่ผัก โดยควบคุมเวลาเปิดโซลินอยด์วาล์ว และตั้งเวลาผ่านไทม์เมอร์เพื่อให้ปั้มน้ำทำงานตามเวลาที่ตั้งสลับกับการทำงานของปั้มน้ำ เมื่อถึงเวลาที่ตั้งไว้ คือ ปั้มน้ำทำงาน 5 ชั่วโมงครึ่ง หยุดครึ่งชั่วโมง



ภาพที่ 1 ระบบปลุกผักไฮโดรโปนิคส์แบบควบคุมความเข้มข้นของสารอาหารด้วยระบบสมองกลฝังตัว

4.2 ออกแบบหาค่าปริมาณการผสมสารอินทรีย์ของน้ำแต่ละลิตรในสูตรปุ๋ย 3-1-1

$$S_n = \frac{W}{5} \quad (1)$$

$$S_n = X_1 = X_2 = X_3 = X_4 = X_5 \quad (2)$$

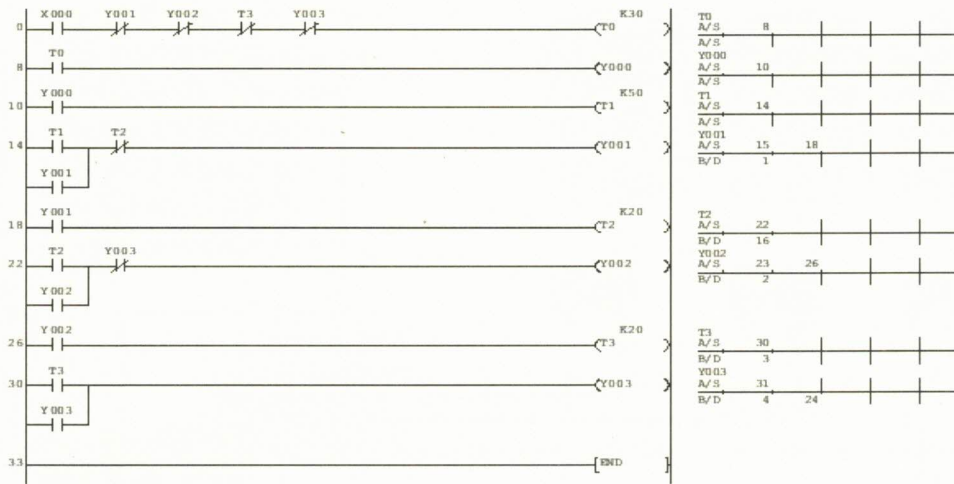
$$A = X_1 + X_2 + X_3 \quad (3)$$

$$B = X_4 \quad (4)$$

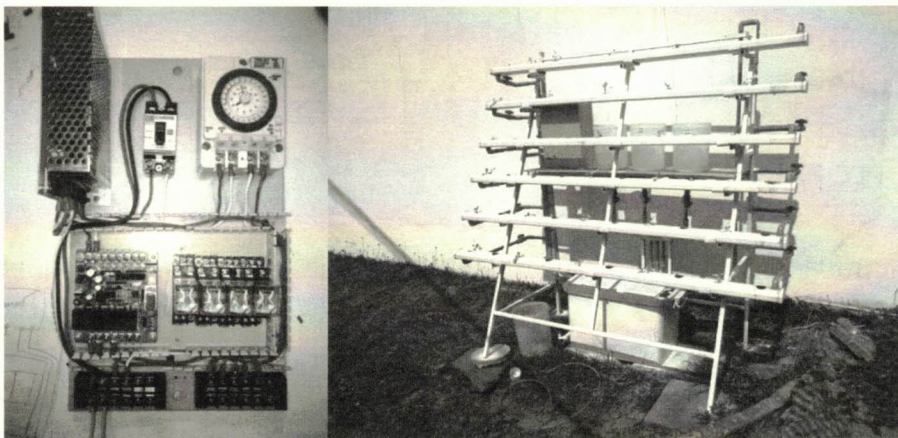
$$C = X_5 \quad (5)$$

4.3 ออกแบบวงจรควบคุมระบบปลุกผักไฮโดรโปนิคส์ แบบควบคุมความเข้มข้นของสารอาหาร

การเขียนโปรแกรมควบคุม PLC FX1N โดยใช้โปรแกรม GX Developer เขียนโดยให้โปรแกรมไปสั่งการทำงานของโซลินอยด์วาล์วให้ปิดเปิดตามเวลาที่กำหนด จากการคำนวณในสูตรการเติมปุ๋ย 3-1-1 แสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 การเขียนโปรแกรม GX Developer สำหรับระบบปลุกผักไฮโดรโปนิคส์



ภาพที่ 3 ระบบควบคุมสารอาหารอินทรีย์และระบบน้ำสำหรับปลุกผักไฮโดรโปนิคส์

5. ผลการวิจัย/ทดลอง

5.1 ผลการทดลองอัตราส่วนปริมาณการผสมสารในการปลุกผักไฮโดรโปนิคส์

ตารางที่ 1 อัตราส่วนปริมาณการผสมสารในการปลุกผักไฮโดรโปนิคส์

ปริมาณน้ำ (ลิตร)	ค่าปริมาณสาร (ลิตร)	สารละลาย (100 ลิตร ต่อสาร 1 ลิตร)		
		A (ลิตร)	B (ลิตร)	C (ลิตร)
70	0.7	0.420	0.140	0.140
80	0.8	0.480	0.160	0.160
100	1.0	0.600	0.200	0.200

ตารางที่ 1 อัตราส่วนปริมาณการผสมสารในการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ (ต่อ)

ปริมาณน้ำ (ลิตร)	ค่าปริมาณสาร (ลิตร)	สารละลาย (100 ลิตร ต่อสาร 1 ลิตร)		
		A (ลิตร)	B (ลิตร)	C (ลิตร)
150	1.5	0.900	0.300	0.300
200	2.0	1.200	0.400	0.400
250	2.5	1.500	0.500	0.500
300	3.0	1.800	0.600	0.600

จากตารางที่ 1 เป็นข้อมูลอัตราส่วนการผสมสาร A = 3 ส่วน B = 1 ส่วน และ C = 1 ส่วน ในอัตราส่วน 100 ลิตร ต่อสาร 1 ลิตร

5.2 ผลการทดลองการเติมสารละลาย A, B, C โดยแบ่งอัตราส่วนสารละลายในปริมาณน้ำ 5-100 ลิตร

ตารางที่ 2 การเติมสารละลาย A, B, C แบ่งอัตราส่วนสารละลายในปริมาณน้ำ 100 ลิตร

สารละลาย อินทรีย์	ปริมาณ สารละลาย (ลิตร)	อัตราส่วน	เวลาในการเติม สารละลาย ครั้งที่ 1 (วินาที)	เวลาในการเติม สารละลาย ครั้งที่ 2 (วินาที)	เวลาในการเติม สารละลาย ครั้งที่ 3 (วินาที)	เฉลี่ย (วินาที)
A	0.6	3	65	66	65	65
B	0.2	1	15	16	16	15
C	0.2	1	16	15	16	15

ตารางที่ 3 การเติมสารละลาย A, B, C แบ่งอัตราส่วนสารละลายในปริมาณน้ำ 80 ลิตร

สารละลาย อินทรีย์	ปริมาณ สารละลาย (ลิตร)	อัตราส่วน	เวลาในการเติม สารละลาย ครั้งที่ 1 (วินาที)	เวลาในการเติม สารละลาย ครั้งที่ 2 (วินาที)	เวลาในการเติม สารละลาย ครั้งที่ 3 (วินาที)	เฉลี่ย (วินาที)
A	0.48	3	56	59	58	57
B	0.16	1	13	12	13	13
C	0.16	1	12	13	13	13

ตารางที่ 4 การเติมสารละลาย A, B, C แบ่งอัตราส่วนสารละลายในปริมาณน้ำ 70 ลิตร

สารละลายอินทรีย์	ปริมาณสารละลาย (ลิตร)	อัตราส่วน	เวลาในการเติมสารละลาย ครั้งที่ 1 (วินาที)	เวลาในการเติมสารละลาย ครั้งที่ 2 (วินาที)	เวลาในการเติมสารละลาย ครั้งที่ 3 (วินาที)	เฉลี่ย (วินาที)
A	0.42	3	41	40	42	41
B	0.14	1	10	12	11	11
C	0.14	1	11	11	10	11

ตารางที่ 5 การเติมสารละลาย A, B, C แบ่งอัตราส่วนสารละลายในปริมาณน้ำ 60 ลิตร

สารละลายอินทรีย์	ปริมาณสารละลาย (ลิตร)	อัตราส่วน	เวลาในการเติมสารละลาย ครั้งที่ 1 (วินาที)	เวลาในการเติมสารละลาย ครั้งที่ 2 (วินาที)	เวลาในการเติมสารละลาย ครั้งที่ 3 (วินาที)	เฉลี่ย (วินาที)
A	0.36	3	24	25	25	25
B	0.12	1	9	10	9	9
C	0.12	1	10	9	9	9

5.3 ผลการทดลองช่วงเวลาการทำงานของปั้มน้ำและปั้มลม

ตารางที่ 6 ผลการทดลองช่วงเวลาการทำงานของปั้มน้ำและปั้มลม

เวลาการทำงานของปั้มน้ำ	เวลาการทำงานของปั้มลม
06.01–11.30 น.	11.31–12.00 น.
12.01–17.30 น.	17.31–18.00 น.
18.01–23.30 น.	23.31–00.00 น.
00.01–05.30 น.	05.31–06.00 น.

5.4 ผลการทดลองการใช้กระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าของปั้มน้ำ ปั้มลม และโซลินอยด์วาล์ว

ตารางที่ 7 ผลการทดลองการใช้กระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าของมอเตอร์ปั้มน้ำ

ช่วงเวลา	Current (A)	Voltage (V)
06.01-11.30 น.	0.21	220
12.01-17.30 น.	0.23	220
18.01-23.30 น.	0.21	220
00.01-05.30 น.	0.22	220

ตารางที่ 8 ผลการทดลองการใช้กระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าของปั้มลม

ช่วงเวลา	Current (A)	Voltage (V)
11.31-12.00 น.	1.54	220
17.31-18.00 น.	1.54	220
23.31-00.00 น.	1.53	220
05.31-06.00 น.	1.55	220
11.31-12.00 น.	1.60	220

ตารางที่ 9 ผลการทดลองการใช้กระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าของโซลินอยด์วาล์ว

โซลินอยด์วาล์ว	Current (A)	Voltage (V)
ตัวที่ 1	0.60	220
ตัวที่ 2	0.50	220
ตัวที่ 3	0.50	220

6. สรุปผลการวิจัย

ผลการทดลองจะได้อัตราส่วนปริมาณการผสมสารในการปลูกผักไฮโดรโปนิคส์ที่ปริมาณสารละลาย (100 ลิตร ต่อสาร 1 ลิตร) ปริมาณน้ำ 70 ลิตร ค่าปริมาณสารละลายจะเท่ากับ 0.7 ลิตร จะได้ค่าสารละลาย A เท่ากับ 0.42 ลิตร สารละลาย B เท่ากับ 0.14 ลิตร สารละลาย C เท่ากับ 0.14 ลิตร และที่ปริมาณน้ำ 100 ลิตร

ค่าปริมาณสารจะเท่ากับ 1 ลิตร และจะได้ค่าสารละลาย A เท่ากับ 0.6 มิลลิลิตร สารละลาย B เท่ากับ 0.2 ลิตร สารละลาย C เท่ากับ 0.2 ลิตร เมื่อนำระบบการให้สารโดยใช้ PLC FX1N ควบคุมโซลินอยด์วาล์วในการควบคุมการเติมสารละลาย A B C ตามเวลาที่กำหนด ที่อัตราส่วนปริมาณน้ำ 70 ลิตร ผลการทดลองคือ สารละลาย A ใช้เวลาในการเติม 41 วินาที สารละลาย B ใช้เวลาในการเติม 11 วินาที สารละลาย C ใช้เวลาในการเติม 11 วินาที จะได้ค่า EC และ pH ตามที่ต้องการ คือ EC อยู่ที่ 2.0–2.5 และค่า pH อยู่ที่ 6.5–7.0

7. เอกสารอ้างอิง

- เกียรติชัย ศรีดาวงษ์. (2552). มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง. สืบค้น 6 สิงหาคม 2561, จาก <https://sites.google.com/site/stp622558/home>
- ธัชกร อ่อนบุญเอื้อ, และกุลวดี เถนว่อง. (2557). ระบบควบคุมสารละลายอัตโนมัติสำหรับการปลูกพืชวิธีไฮโดรโปนิคส์. ใน *การประชุมวิชาการการพัฒนาศนบทที่ยั่งยืน ครั้งที่ 4 ประจำปี 2557* (น. 383–388).
- นพพล เซวานกุล, ก้องภพ ลาลูน, และชนาธิป บุตรบุญ. (2561). ระบบควบคุมค่าความเป็นกรด-ด่างและอุณหภูมิของสารอาหารอัตโนมัติสำหรับการปลูกผักวิธีไฮโดรโปนิคส์ผ่านแอปพลิเคชันแอนดรอยด์. *วารสารโครงการนวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ*, 4(1), 67–72.
- Aqua Tech Trading Corp. (2561). Solenoid Valve. สืบค้น 20 สิงหาคม 2561, จาก www.sparkfun.com
- Blogger. (2555). ผักไฮโดรโปนิคส์ เรื่องของการปลูกพืชด้วยระบบไฮโดรโปนิคส์ Hydroponics. สืบค้น 20 พฤศจิกายน 2561, จาก http://hydroponicscool.blogspot.com/2012/05/hydroponics_330
- Compomax. (2559). *ไทม์เมอร์ (Timer)*. สืบค้น 8 สิงหาคม 2562, จาก <http://www.compomax.co.th/product/timers>
- Mathai. (2557). ผักสลัด. สืบค้น 3 กุมภาพันธ์ 2562, จาก <https://medthai.com/ผักไฮโดรโปนิคส์/>
- Mitsubishi electric. (2560). คู่มือการใช้ PLC. สืบค้น 20 มีนาคม 2562, จาก <https://mall.factomart.com/principle-of-solenoid-valve>
- Zen hydroponics. (2557). ค่า pH และค่า EC. สืบค้น 5 สิงหาคม 2561, จาก <http://zen-hydroponics.blogspot.com/2014/06/ph-ec.html>