ระบบปลูกผักสลัดไฮโดรโปนิกส์แบบอัตโนมัติ

Automatic hydroponic vegetables growing system

ระบบปลูกผักสลัดไฮโดรโปนิกส์แบบอัตโนมัติ

Automatic hydroponic vegetables growing system

ศุภฤกษ์ เชาวลิตตระกูล

การค้นคว้าอิสระเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการจัดการ
มหาวิทยาลัยกรุงเทพ
ปีการศึกษา 2560

© 2561
ศุภฤกษ์ เชาวลิตตระกูล
สงวนลิขสิทธิ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยกรุงเทพ
อนุมัติให้การค้นคว้าอิสระเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการจัดการ

เรื่อง ระบบปลูกผักไฮโดรโปนิกส์แบบอัตโนมัติ

ผู้วิจัย ศุภฤกษ์ เชาวลิตตระกูล

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษา _____
(ดร.ถิรพล วงศ์สะอาดสกุล)

ผู้เชี่ยวชาญ _____
(ดร.กิตติภัต เศวตรัตนกรี)

_____
(ดร.สุชาดา เจริญพันธุ์ศิริกุล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
7 มีนาคม 2561

BANGKOK UNIVERSITY FOUNDED 1962

ศุภฤกษ์ เชาวลิตตระกูล. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการจัดการ, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.
ระบบปลูกผักสลัดไฮโดรโปนิกส์แบบอัตโนมัติ (54 หน้า)
อาจารย์ที่ปรึกษา: ดร.ถิรพล วงศ์สอาดสกุล

บทคัดย่อ

การปลูกผักสลัดแบบไฮโดรโปนิกส์กำลังเป็นที่นิยมมากในปัจจุบัน แต่เนื่องจากพบปัญหาคือการปลูกในพื้นที่คอนโดหรือห้องเช่านั้น ผักสลัดไม่สามารถเติบโตได้อย่างเต็มที่ เพราะห้องบางห้องอยู่จุดอับของตึกทำให้แสงแดดส่องเข้ามาในตัวห้องมีปริมาณไม่มาก บทความนี้จึงนำเสนอระบบปลูกผักสลัดแบบไฮโดรโปนิกส์ (Hydroponics Systems) ที่สามารถปลูกผักสลัดในคอนโดหรือห้องเช่าได้ด้วยอุปกรณ์อาดุยโน่ โดยการใช้เซนเซอร์วัดแสงรับค่าจากแสงแดดส่งไปยังอาดุยโน่แบบเรียลไทล์ เพื่อประมวลผลและสั่งรีเลย์เปิด-ปิดไฟ LED ทดแทนแสงแดด ใช้เซนเซอร์วัดระดับน้ำรับค่าจากปริมาณน้ำในระบบส่งไปยังอาดุยโน่แบบเรียลไทม์ เพื่อ ประมวลผลและสั่งรีเลย์เปิด-ปิดการปล่อยน้ำทั้งยังสามารถดูค่าของแสง (ค่าลักซ์) ค่าระดับน้ำ และสามารถสั่ง เปิด-ปิดไฟ LED เปิด-ปิดการปล่อยน้ำเข้าสู่ระบบผ่านทางแอปพลิเคชั่น Blynk ในสมาร์ทโฟนได้แบบเรียลไทม์ ในการทดลองจะเปรียบเทียบค่าแสงกับผักสลัดที่ปลูกในระบบได้รับและผักสลัดที่ใช้วิธีการปลูกแบบธรรมดา ผลการทดลองจริงพบว่าระบบปลูกผักไฮโดรโปนิกส์สามารถรักษาช่วงของค่าแสงที่เหมาะแก่การปลูกผักสลัดได้อย่างสม่ำเสมอกว่าวิธีการปลูกด้วยแบบธรรมดา โดยค่าแสงเบี่ยงเบนมาตรฐานของผักสลัดที่ปลูกในระบบ คือ 8.83 % ในขณะที่ผักสลัดที่ปลูกด้วยวิธีธรรมดาได้รับแสงต่ำกว่าค่าแสงที่ผักสลัดต้องการและไม่สม่ำเสมอ โดยค่าแสงเบี่ยงเบนมาตรฐานของผักสลัดที่ปลูกด้วยวิธีธรรมดา คือ 21.66 % ทำให้ผักสลัดที่ปลูกในระบบสามารถเติบโตได้อย่างเต็มที่และเติบโตได้เร็วกว่าวิธีปลูกแบบธรรมดา 10 วัน และมีขนาดใบที่ใหญ่ผักสลัดที่ปลูกด้วยวิธีธรรมดา

คำสำคัญ: อาดุยโน่, การปลูกผักสลัดแบบไฮโดรโปนิกส์, เซนเซอร์วัดแสง (ค่าลักซ์), เซนเซอร์วัดระดับน้ำ

Chowwalittrakul, S. M.S. (Information Technology and Management), Graduate School, Bangkok University.
Automatic hydroponic vegetables growing system (54 pp.)
Advisor: Thirapon Wongsaardsakul, Ph.D.

ABSTRACT

Hydroponic salad vegetable farming is highly popular nowadays but a significant problem is salad vegetable cannot fully grow in condominium or rental room farms, as some rooms are in the blind spot so sunlight cannot reach. This article therefore presents a new hydroponics system, with an arduino as an answer to hydroponic salad vegetable farming in condominium or rental room. By using a light sensor that can measure the amount of sunlight and pass the data to the arduino in real-time, LED light (as a sunlight substitute) can be turned on and off through a relay connected to the arduino. Not only sunlight, water level in the system can be measured by a sensor and then sent to the arduino in real-time to let it decide whether it should water the farm. Moreover, a real-time smartphone app called Blynk can be used to read the current lux value and water level, also LED and water system controls are available on the app. In this test, a comparison of lux value between a normal farming method and the new hydroponic system and the result is that the new system can maintain the lux value better than the traditional method, with standard deviation of 8.83 % , while lux value in the traditional method is less than required and not very stable, with standard deviation of 21.66 %. salad vegetables can be grown 10 days faster with the new hydroponic system than the traditional method and they also have bigger leaves.

Keywords: Arduino, Hydroponic Salad Vegetable Farming, Light Sensor (Lux Value), Water Sensor

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จได้ด้วยจากการช่วยเหลือของท่านอาจารย์ ดร.ถิรพล วงศ์สอาดสกุล ที่ความแนะนำ และเอาใจใส่ ในการให้คำปรึกษา และให้แนวทางในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างทำการวิจัย ทั้งยังช่วยแนะนำการเขียนรูปเล่ม

ขอกราบขอพระขอบคุณ บิดา และมารดา ที่คอยให้กำลังใจ ในระหว่างการทำวิจัยครั้งนี้

ศุภฤกษ์ เชาวลิตตระกูล

BANGKOK UNIVERSITY FOUNDED 1962

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญภาพ	ฌ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขต	2
1.4 ประโยชน์ที่จะได้รับ	3
บทที่ 2 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ผักสลัด	4
2.2 การปลูกผักสลัดไฮโดรโปนิกส์	12
2.3 บอร์ดอาดุยโน่	15
2.4 บอร์ดอาดุยโน่เชื่อมกับวงจรอิเล็กทรนิกส์และเซนเซอร์ต่างๆ	20
2.5 การนำเทคโนโลยีอาดุยโน่มาประยุกต์ใช้กับการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์	22
2.6 ผลงานที่เกี่ยวข้อง	26
บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย	
3.1 ระเบียบวิธีวิจัย	29
3.2 การสร้างและกำหนดการทำงานระบบปลูกผักไฮโดรโปนิกส์แบบอัตโนมัติ	33
3.3 ขั้นตอนการสร้างฟังก์ชั่นในแอพพลิเคชัน Blynk	37
3.4 วิธีการวัดผลการวิจัย	41
บทที่ 4 ผลการวิจัย	
4.1 ผลของค่าความเข้มของแสง (ลักซ์) ระหว่างผักสลัดที่ปลูกในระบบปลูกผักไฮโดรนิกส์แบบอัตโนมัติกับที่ปลูกแบบวิธีธรรมดา	43
4.2 เปรียบเทียบคุณภาพของผักสลัดที่ปลูกในระบบปลูกผักไฮโดรนิกส์แบบอัตโนมัติกับที่ปลูกแบบวิธีธรรมดา	45
4.3 การเปรียบเทียบจำนวนครั้งให้การเติมน้ำเข้าสู่แปลงผักสลัดระหว่างผักสลัดที่ปลูกในระบบและผักสลัดที่ปลูกแบบวิธีธรรมดา	50

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต

5.1 สรุปผลการวิจัย 51

5.2 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต 52

บรรณานุกรม 53

ประวัติผู้เขียน 54

เอกสารข้อตกลงว่าด้วยการขออนุญาตให้ใช้สิทธิ์ในรายงานการค้นคว้าอิสระ

BANGKOK UNIVERSITY FOUNDED 1962

สารบัญภาพ

		หน้า
ภาพที่ 2.1:	ผักกาดหอมใบ	4
ภาพที่ 2.2:	ผักกาดหอมห่อ	5
ภาพที่ 2.3:	ผักกาดหอมต้น	6
ภาพที่ 2.4:	ผักสลัด ฟิลเลย์ ไอซ์เบิร์ก	7
ภาพที่ 2.5:	ผักสลัดบัตเตอร์เฮด	8
ภาพที่ 2.6:	ผักสลัด คอส	9
ภาพที่ 2.7:	ผักสลัด เรดโอ๊ค	10
ภาพที่ 2.8:	ผักสลัด กรีนโอ๊ค	11
ภาพที่ 2.9:	การปลูกผักสลัดไฮโดรโปนิกส์แบบระบบน้ำวน	13
ภาพที่ 2.10:	การปลูกผักสลัดไฮโดรโปนิกส์แบบระบบน้ำนิ่ง	14
ภาพที่ 2.11:	บอร์ดอาดุยโน่	16
ภาพที่ 2.12:	ขั้นตอนการเขียนโค๊ดในโปรแกรม ArduinoIDE (1)	17
ภาพที่ 2.13:	ขั้นตอนการเขียนโค๊ดในโปรแกรม ArduinoIDE (2)	18
ภาพที่ 2.14:	ขั้นตอนการเขียนโค๊ดในโปรแกรม ArduinoIDE (3)	18
ภาพที่ 2.15:	กรณีโปรแกรมผิดพลาด	19
ภาพที่ 2.16:	กรณีที่ไม่มีข้อผิดพลาด	19
ภาพที่ 2.17:	ขั้นตอนการเขียนโค๊ดในโปรแกรม ArduinoIDE (4)	20
ภาพที่ 2.18:	บอร์ดอาดุยโน่เชื่อมต่อกับเซนเซอร์วัดค่าแสง (ลักซ์)	20
ภาพที่ 2.19:	อุปกรณ์ไฟไว ESP8266	21
ภาพที่ 2.20:	บอร์ดอาดุยโน่เชื่อมต่อกับ Wi-Fi Module ESP8266	21
ภาพที่ 2.21:	แผนผังอุปกรณ์อาดุยโน่	22
ภาพที่ 2.22:	การทำงานของระบบสมาร์ทฟาร์ม	24
ภาพที่ 2.23:	แอปพลิเคชั่น WiFi TCP/UDP Controller	25
ภาพที่ 2.24:	แอปพลิเคชั่น Blynk	26
ภาพที่ 2.25:	โรงเรือนสมาร์ทฟาร์มอัจฉริยะ	28
ภาพที่ 3.1:	อุปกรณ์ของระบบปลูกผักไฮโดรโปนิกส์แบบอัตโนมัติ	30
ภาพที่ 3.2:	ออกแบบพื้นที่ในการวิจัย	30
ภาพที่ 3.3:	อุปกรณ์ปลูกผักสลัด	31

สารบัญภาพ (ต่อ)

		หน้า
ภาพที่ 3.4:	การวางตำแหน่งของเซนเซอร์	32
ภาพที่ 3.5:	ตำแหน่งของเซนเซอร์	32
ภาพที่ 3.1:	ภาพรวมของระบบระบบปลูกผักไฮโดรโปนิกส์แบบอัตโนมัติ	33
ภาพที่ 3.7:	รูปแบบการทำงานของระบบปลูกผักไฮโดรโปรนิกส์	34
ภาพที่ 3.8:	การทำงานในส่วน A	35
ภาพที่ 3.9:	การทำงานในส่วน B	36
ภาพที่ 3.10:	รูปแบบการทำงานของระบบปลูกผักไฮโดรโปรนิกส์(2)	36
ภาพที่ 3.11:	ขั้นตอนการเชื่อมต่อแอปพลิเคชั่น Blynk (1)	38
ภาพที่ 3.12:	ขั้นตอนการเชื่อมต่อแอปพลิเคชั่น Blynk (2)	38
ภาพที่ 3.13:	ขั้นตอนการเชื่อมต่อแอปพลิเคชั่น Blynk (3)	39
ภาพที่ 3.14:	ขั้นตอนการเชื่อมต่อแอปพลิเคชั่น Blynk (4)	39
ภาพที่ 3.15:	ขั้นตอนการเชื่อมต่อแอปพลิเคชั่น Blynk (5)	40
ภาพที่ 3.16:	หน้าตาแอปพลิเคชั่น Blynk	41
ภาพที่ 3.17:	การเก็บข้อมูลค่าแสง	42
ภาพที่ 4.1:	ผลลการทดลองการเปรียบเทียบค่าแสง	44
ภาพที่ 4.2:	ผลลการทดลองการเปรียบเทียบคุณภาพของผักสลัดภาพของผักสลัด	45
ภาพที่ 4.3:	ผลลการทดลองการเปรียบเทียบคุณภาพของผักสลัด (2)	46
ภาพที่ 4.4:	ผลลการทดลองการเปรียบเทียบคุณภาพของผักสลัด (3)	46
ภาพที่ 4.5:	ผลลการทดลองการเปรียบเทียบคุณภาพของผักสลัด (4)	47
ภาพที่ 4.6:	ผลลการทดลองการเปรียบเทียบคุณภาพของผักสลัด (5)	47
ภาพที่ 4.7:	ผลลการทดลองการเปรียบเทียบคุณภาพของผักสลัด (6)	48
ภาพที่ 4.8:	ผลลการทดลองการเปรียบเทียบคุณภาพของผักสลัด (7)	48
ภาพที่ 4.9:	ผลลการทดลองการเปรียบเทียบคุณภาพของผักสลัด (8)	49
ภาพที่ 4.10:	เปรียบเทียบลำต้นของผักสลัด	49
ภาพที่ 4.11:	เปรียบเทียบใบผักสลัด	50

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การปลูกผักสลัดด้วยวิธีไฮโดรโปนิกส์ไว้รับประทานเองหรือปลูกไว้ขายเป็นรายได้เสริมนั้นกำลังเป็นที่นิยมในปัจจุบัน เพราะใช้พื้นที่ในการปลูกน้อย อย่างไรก็ตามการปลูกผักสลัดในพื้นที่คอนโดหรือห้องเช่ามีข้อจำกัดใน เรื่องแสงแดด ผักสลัดต้องการความเข้มของแสงแดดอยู่ในช่วง 20,000 – 40,000 ลักซ์ ซึ่งเป็นค่าที่แสงแดดที่อยู่ในเวลา 12.00 น. ถึง 15.00 น. แต่ในพื้นที่ของคอนโดนั้นมีแสงแดดส่องเข้ามาถึงน้อย ในบ้างห้องก็ไม่มีแสงแดดส่องเข้ามาเลย เนื่องจากห้องอยู่ตรงจุดอับของตึก ทำให้ผักสลัดไม่สามารถเจริญเติบโตได้หรือคุณภาพของผักสลัดต่ำกว่าที่ควรจะเป็น ยิ่งปลูกในฤดูฝนหรือฤดูหนาวแสงแดดนั้นไม่ค่อยมีหรือความเข้มของแสงแดดน้อย ไม่เหมาะแก่การปลูกผักสลัดเป็นอย่างยิ่ง โดยผักสลักที่ปลูกในคอนโดนั้นลำต้นจะยืดคล้ายต้นถั่วงอกเป็นลักษณะของผักสลัดที่ไม่แข็งแรง สาเหตุที่ลำต้นยืดคล้ายถั่วงอกนั้นเป็นเพราะผักสลัดต้องการยืดลำต้นเพื่อไปหาแสงแดด ใบของผักสลัดนั้นมีแต่ก้าน พื้นที่ของใบน้อย ผู้วิจัยจึงนำเทคโนโลยีอาดุยโน่เข้ามาช่วยสร้างระบบปลูกผักระบบปลูกผักไฮโดรโปนิกส์แบบอัตโนมัติที่สามารถปลูกผักสลัดในคอนโดได้

เทคโนโลยีอาดุยโน่ คือบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ AVR (Automatic Voltage Regulator) ที่พัฒนาแบบ Open Source สามารถให้ผู้ใช้งานสามารถนำตัวบอร์ดไปประยุกต์ใช้หรือดัดแปลงได้ตามความสะดวก โดยบอร์ดอาดุยโน่สามารถต่อกับเซนเซอร์ต่างและวงจรไฟฟ้าต่างๆได้ โดยต่อเข้ากับขา Input / Output ที่มีอยู่ในบอร์ดอาดุยโน่ สามารถเขียนโปรแกรมให้บอร์ดอาดุยโน่ดึงข้อมูล วิเคราะห์และสั่งงานเซนเซอร์และวงจรต่างๆที่ต่อเข้ากับบอร์ดได้ผ่านโปรแกรม ArduinoIDE ซึ่งเป็นโปรแกรมฟรีที่ทางผู้พัฒนาเปิดให้โหลดใช้งานฟรี นอกจากนี้ยังแสดงข้อมูลและสั่งงานผ่านเว็บแอปพลิเคชั่นและแอปพลิเคชั่นในสมาร์ทโฟนได้ผ่านอินเทอร์เน็ต

ระบบปลูกผักไฮโดรโปนิกส์โดยใช้เทคโนโลยีอาดุยโน่ที่มีอยู่แล้วในปัจจุบัน มีดังนี้ ระบบที่ 1 ระบบเพาะปลูกแบบ Smart Farm มีการทำงานของระบบดังนี้ นำเซนเซอร์วัดอุณหภูมิมาวัดอุณหภูมิเพื่อปล่อยละอองน้ำเมื่ออุณหภูมิสูงกว่าที่กำหนดไว้ และนำเซนเซอร์วัดค่ากรดด่าง เพื่อปล่อยน้ำยาปรับค่า pH เมื่อค่า pH สูงเกินกว่าที่กำหนดไว้ แต่ในการสร้างนั้นต้องใช้ต้นทุนที่สูงอยู่ ทั้งยังสร้างเป็นแบบระบบน้ำวนที่ให้น้ำไหลไปตามท่อ PVC ที่เจาะรูไว้สำหรับปลูกผักสลัด มีข้อจำกัด คืออุปกรณ์ที่ใช้สร้างระบบเยอะ โดยมีอุปกรณ์ที่ใช้ เช่น ท่อพีวีซีหลายขนาด ท่อพีอี กาวทาท่อพีวีซี วาล์วควบคุมน้ำ 5 ตัว ขวด พลาสติก โซลินอยด์วาล์ว ปั๊มน้ำ ถังน้ำเปล่า สายยาง เป็นต้น ซึ่งการเคลื่อนย้ายนั้นใช้เวลามาก และต้องใช้พื้นที่เยอะ ในกรณีที่ปลูกไว้ในคอนโด ระบบไม่สามารถความคุมเรื่องค่าความเข้มของแสงได้ และระดับน้ำในถังน้ำได้

ระบบที่ 2 ชุดปลูกผักไฮโดรฯออโต้ ซึ่งสร้างเป็นระบบน้ำวนเช่นกัน มีหลักการทำงาน คือ ควบคุมการให้แสงไฟของหลอด Light-Emitting Diode (LED) แบบ Strip ที่ให้แสงสีแดงและสีน้ำเงินในอัตราส่วน 4:2 ที่สามารถทดแทนแสงธรรมชาติ โดยระบบสามารถเปิดปิดอัตโนมัติ เปิดใช้งานตั้งแต่ 06.00-18.00 น. ของทุกวัน โดยราคาต้นทุนในการสามารถอยู่ที่ 7,500 – 8,500 บาท มีข้อจำการคือระบบการเปิดไฟ LED นั้นเป็นแบบตั้งเวลาเปิด-ปิด ไม่สามารถควบคุมการเปิด-ปิดตามความเข้มของแสง (ลักซ์) ได้ ไม่สามารถควบคุมระดับน้ำได้เช่นกัน เนื่องจากเป็นระบบน้ำวน อุปกรณ์ในการสร้างจึงมีเยอะเช่นกัน ทั้งนี้ราคาต้นทุนค่อยข้างสูง

งานวิจัยนี้จึงนำเสนอการสร้างระบบปลูกผักสลัดไฮโดรโปนิกส์ที่สามารถปลูกในคอนโดสามารถความคุมเรื่องของแสงได้ ใช้อุปกรณ์ในการสร้างจำนวนน้อย ต้นทุนไม่สูง โดยจะสร้างจากอุปกรณ์ที่มีอยู่ทั่วไปเป็นระบบน้ำนิ่งไว้ในตู้ปลาขนาด 24 นิ้ว เพื่อลดอุปกรณ์ในการสร้างให้มากที่สุด โดยระบบสามารถควบคุมในเรื่องของแสงที่ให้แก่ผักสลัดได้ สามารถควบคุมระดับน้ำในตู้ปลาที่เป็นที่ปลูกผักสลัดได้ ตัวระบบนั้นสามารถเชื่อมต่อกับแอปพลิเคชันที่มีชื่อว่า Blynk ที่มีอยู่แล้วในสมาร์ทโฟนทั้งระบบปฏิบัติการ AndroidและIOS โดยในตัวแอปพลิเคชั่นนั้นมีสามารถ คือ แสดงค่าแสง ค่าของระดับน้ำและสามารถสั่งเปิด-ปิดไฟ LED เปิด-ปิดการปล่อยน้ำเข้าสู้ตู้ปลาผ่านทางสมาร์ทโฟนได้

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 ศึกษาและพัฒนาระบบปลูกผักสลัดไฮโดรโปนิกส์ โดยใช้อาดุยโน่มาควบคุมความเข้มของแสง (ลักซ์) ผ่าน เซนเซอร์วัดความเข้มของแสง ควบคุมระดับน้ำให้ภาชนะที่ปลูกผักสลัดผ่านเซนเซอร์วัดระดับน้ำได้แบบอัตโนมัติ

1.2.2 ศึกษาสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับการปลูกผักสลัดด้วยวิธีไฮโดรโปนิกส์ในที่พักอาศัยขนาดจำกัด เช่น คอนโดมิเนียม และแก้ไขในเรื่องแสงที่ไม่เพียงพอต่อความต้องการของผักสลัด

1.3 ขอบเขต

1.3.1 ศึกษาและพัฒนาระบบปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ที่สามารถควบคุมการให้แสงแก่ผักสลัดและควบคุมการปล่อยน้ำสู่ระบบได้อย่างอัตโนมัติ

1.3.2 ระบบปลูกผักไฮโดรโปนิกส์สามารถแสดงค่าแสง ค่าระดับน้ำ และการสามารถสั่งการปิด-เปิดการทำงานของระบบผ่านแอปพลิเคชั่นในสมาร์ทโฟน

1.4 ประโยชน์ที่จะได้รับ

1.4.1 ได้ผักที่มีคุณภาพกว่าการปลูกโดยที่ไม่ใช้ระบบและใช้เวลาโตเร็วกว่า

1.4.2 ระบบปลูกผักสลัดไฮโดรโปนิกส์แบบอัตโนมัติให้แสงได้คงที่กว่าวิธีปลูกธรรมดา

1.4.3 ได้ระบบปลูกผักสลัดไฮโดรโปนิกส์ที่ทำงานแบบอัตโนมัติ และสามารถดูค่าและสั่งงานผ่านสมาร์ทโฟนได้

BANGKOK UNIVERSITY FOUNDED 1962

บทที่ 2
วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การสร้างระบบปลูกผักสลัดไฮโดรโปนิกส์แบบอัตโนมัติ มีทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.1 ผักสลัด

ในปัจจุบันกระแสการรักสุขภาพนั้นกำลังเป็นที่นิยมเป็นอย่างมาก ทำให้คนเริ่มหันมาให้ความสนใจรับประทานผักสลัดเป็นอย่างมาก โดยผักสลัดที่นิยมทานประกอบไปด้วย ผักกาดหอม ผักสลัดฟิลเลย์ ไอซ์เบิร์ก ผักสลัดบัตเตอร์เฮด ผักสลัดคอส ผักสลัดเรดโอ๊ค ผักสลัดกรีนโอ๊ค โดยแต่ละชนิดมีรายละเอียด ดังนี้ ผักชนิดที่ 1.ผักกาดหอม จะแบ่งตามลักษณะทางกายภาพ ประเภทที่ 1. ผักกาดหอมใบ มีลักษณะคือ ใบจะไม่ห่อคุมลำต้น และใบมีลักษณะเป็นใบที่ใหญ่และหยิก ลำต้นพุ่มเตี้ย โดยจะมีอยู่ 2 สี คือใบสีเขียว และใบสีแดง (ผัดสลัด เรดคอรัล) ดังภาพ 2.1

ภาพที่ 2.1: ผักกาดหอมใบ

ผักกาดหอมใบ ผักกาดหอมใบแดง

ที่มา: *ผักกาดหอม.* (ม.ป.ป.). สืบค้นจาก https://medthai.com.

ประเภทที่ 2.ผักกาดหอมห่อ มีลักษณะตามชื่อ คือลักษณะใบนั้นจะห่อลำต้นไว้ โดยใบจะเรียงซ้อนกันเป็นชั้นๆ จนมองไม่เห็นลำต้น ดังภาพที่ 2.2

ภาพที่ 2.2: ผักกาดหอมห่อ

ที่มา: *ผักกาดหอม.* (ม.ป.ป.). สืบค้นจาก https://medthai.com.

ประเภทที่ 3.ผักกาดหอมต้น มีลักษณะคือ มีลำต้นที่อวบและสูง ใบนั้นจะงอกต่อกันขึ้นไปจนถึงยอด โดยใบนั้นจะมีลักษณะที่เล็ก แต่สีเข้มกว่า ดังภาพที่ 2.3

ภาพที่ 2.3: ผักกาดหอมต้น

ที่มา: *ผักกาดหอม.* (ม.ป.ป.). สืบค้นจาก https://medthai.com.

โดยในการปลูกผักชนิดนี้นั้นต้องมีสภาพแวดล้อม คือ อุณหภูมิที่ผักกาดหอมใบต้องการ คือ 21-26 องศา เซลเซียส และผักกาดหอมห่อต้องการอุณหภูมิอยู่ที่ 15-21 องศาเซลเซียส แต่ถ้าจะปลูกในอุณหภูมิที่สูงกว่านี้ ผักจะมีรสขม ค่า pH ที่ผักต้องการคือ 6.0-6.8 โดยผักสลัดนั้นต้องการแสงแดดตลอดทั้งวัน ผักชนิดที่ 2. ผักสลัด ฟิลเลย์ ไอซ์เบิร์ก มีลักษณะ คือ เป็นพุ่มๆ ใบหยิก และห่อเข้าหากัน ดังภาพ 2.4 โดยผักชนิดนี้เป็นผักที่ นิยมรับประทานเป็นอันดับต้นๆ โดยการปลูกผักชนิดนี้นั้นต้องมีสภาพแวดล้อม คืออุณหภูมิที่ผักต้องการอยู่ในช่วง ระหว่าง 10-20 องศาเซลซียส ค่า pH ที่เหมาะสม คือ 6.5 - 7 ถ้าในพืชที่ที่มีอากาศร้อน และแสงแดดจัดต้องหา มุงลดแสงมาคลุม

ภาพที่ 2.4: ผักสลัด ฟิลเลย์ ไอซ์เบิร์ก

ที่มา: *ฟิลเลย์ ไอซ์เบิร์ก.* (2560). สืบค้นจาก http://coachnong.com/archives/1196.

ผักชนิดที่ 3. ผักสลัดบัตเตอร์เฮด มีลักษณะ คือ ใบนั้นจะนุ่ม ผิวของใบมัน เรียงกันหนาๆ และห่อตัวกันแบบ หลวมๆ ดังภาพที่ 2.5 โดยการปลูกผักชนิดนี้นั้นต้องมีสภาพแวดล้อม คือ อุณหภูมิที่ผักต้องการอยู่ในช่วง ระหว่าง 10 – 24 องศาเซลเซียส ค่า pH เหมาะสม คือ 6 – 6.5 พื้นที่ต้องโล่ง และต้องได้รับแสงตลอดทั้งวัน โดยผักชนิดนี้ ไม่ทนต่อฝน

ภาพที่ 2.5: ผักสลัดบัตเตอร์เฮด

ที่มา: *มารู้จักผักยอดนิยมในจานสลัดกันดีกว่า.* (2559). สืบค้นจาก http://zen-hydroponics.blogspot.com/2014/12/red-corallettuce.html.

ผักชนิดที่ 4.ผักสลัด คอส มีอยู่ 2 สายพันธุ์ คือ ใบสีเขียว และสีแดง โดยมีลักษณะ คือใบนั้นจะหนา และใบนั้นตั้งตรง และส่วนปลายของใบงอ ดังภาพที่ 2.6 โดยการปลูกผักชนิดนี้นั้นต้องมีสภาพแวดล้อม คือ อุณหภูมิที่ผักต้องการอยู่ในระหว่าง 10 – 24 องศาเซสเซียล ค่า pH ที่เหมาะสม คือ 6 – 6.5 เป็นผักที่ไม่ชอบอากาศร้อน

ภาพที่ 2.6: ผักสลัด คอส

กรีนคอส โรเมน (สายพันธุ์ เจอริโค) ที่ทางเซนฯ ทดลองปลูก อายุในภาพ 45 วัน

ที่มา: *สลัด กรีนคอส โรเมน (Cos Romaine Lettuce).* (2559). สืบค้นจาก http://zen-hydroponics.blogspot.com/2014/09/cos-lettuce-romaine-lettuce.html.

ผักชนิดที่ 5.ผักสลัด เรดโอ๊ค เป็นพุ่มเตี้ย ใบสีแดง แต่ในส่วนของก้านนั้นจะเป็นสีเขียวอ่อน ตรงปลายของใบมีลักษณะเป็นมนกลม และนุ่ม ดังภาพที่ 2.7 โดยการปลูกผักชนิดนี้นั้นต้องมีสภาพแวดล้อม คือ อุณหภูมิที่ผักต้องการอยู่ในระหว่าง 18 - 25 องศาเซสเซียล ค่า pH ที่เหมาะสม คือ 6 – 6.5 เป็นผักที่เติบโตได้ดีในอุณหภูมิต่ำ เป็นผักที่เติบโตได้ดีในอุณหภูมิต่ำ

ภาพที่ 2.7: ผักสลัด เรดโอ๊ค

เรดโอ๊ค : สายพันธุ์ ออสกาด (แบบไม่เคลือบ) ที่ทางเซนฯ **ทำการทดลองปลูก**
บนแปลงปลูก รุ่น 48 ช่องปลูก ระบบ DRFT
มีน้ำหนักเฉลี่ย 200 - 300 กรัม/ต้น

ที่มา: *ผักสลัด เรดโอ๊ค (Red Oak Lettuce).* (2559). สืบค้นจาก http://zen-hydroponics.blogspot.com/2014/12/red-oak-lettuce.html.

ผักชนิดที่ 6.ผักสลัด กรีนโอ๊ค จะมีลักษณะคล้ายผักสลัด เรดโอ๊ค คือเป็นพุ่มเตี้ย ใบสีเขียวอ่อน ตรงปลายของใบมีลักษณะเป็นมนกลม และนุ่ม ดังภาพที่ 2.8 โดยการปลูกผักชนิดนี้นั้นต้องมีสภาพแวดล้อม คือ อุณหภูมิที่ผักต้องการอยู่ในระหว่าง 18 - 25 องศาเซสเซียล ค่า pH ที่เหมาะสม คือ 6 – 6.5 เป็นผักที่เติบโตได้ดีในอุณหภูมิต่ำเช่นเดียวกับผักสลัด เรดโอ๊ค

ภาพที่ 2.8: ผักสลัด กรีนโอ๊ค

ที่มา: *ผักสลัด กรีนโอ๊ค (Green Oak Lettuce).* (2559). สืบค้นจาก http://zen-hydroponics.blogspot.com/2014/12/green-oak-lettuce.html.

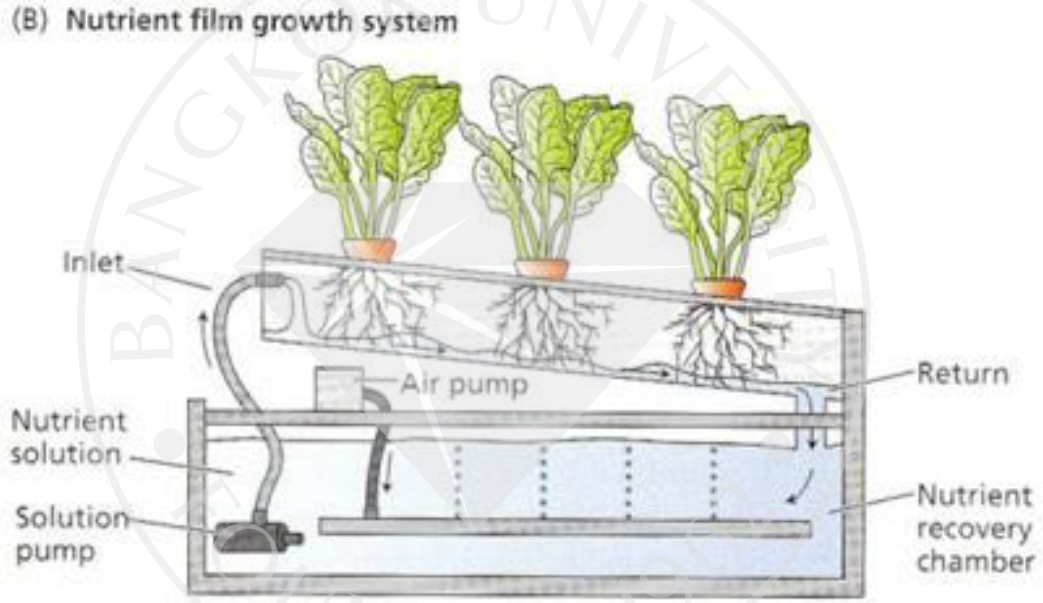
ผักสลัดนี้ต้องการแสงแดดในปริมาณมาก (supachai, 2558) โดยผักสลัดใบแดง เช่น เรดโอ๊ด จะต้องการความเข้มของแสง (ลักซ์) อยู่ที่ประมาณ 20,000 – 40,000 ลักซ์ ขณะที่ผักสลัดใบเขียวสามารถเติบโตได้ดี แม้ว่าความเข้มของแสงจะเกิน 50,000 – 70,000 ลักซ์ แต่เมื่อความเข้มของแสงเกิน 100,00 ลักซ์ขึ้นไป ค่า pH ที่เหมาะสมนั้นจะอยู่ที่6.0 - 7.0 และค่าEC ที่เหมาะสมนั้นจะอยู่ที่ 1.1 - 1.7 (zen hydroponics ,2557) ถ้าอุณหภูมิในการปลูกต้องไม่เกิน 30 องศาเซลเซียสจะส่งผลเสียต่อผักสลัด วิธีการปลูกผักสลัดมีวิธีการปลูกมีอยู่ 2 แบบ คือปลูกลงดิน และปลูกแบบไฮโดรโปนิกส์ โดยการปลูกแบบไฮโดรโปนิกส์มีข้อดี คือ ไม่ต้องกังวลในเรื่องสภาพของดิน ผักเจริญเติบโตได้เร็วกว่าการปลูกลงดิน เพราะผักได้รับน้ำและสารอาหารอย่างสม่ำเสมอ

2.2 การปลูกผักสลัดไฮโดรโปนิกส์

ความหมายของคำว่า ไฮโดรโปนิกส์มาจากภาษากรีกที่ 2 คำมารวมกัน คือคำว่า Hydro ที่แปลว่า น้ำ และ Ponos ที่แปลว่า งาน จึงมีความหมายว่า การทำงานของน้ำผ่านรากพืช (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2558) เป็นการเลียนแบบการปลูกพืชบนดิน แต่ไม่ใช้ดิน ใช้ฟองน้ำ ขี้เลื้อย แกลบแทน ใช้เป็นที่เกาะของราก และจะให้สารละลายธาตุอาหารพืชที่ผสมน้ำทางราก โดยการปลูกผักวิธีนี้เริ่มขึ้นเมื่อปี ค.ศ. 1600 (“ความเป็นมาของการปลูกพืชไร้ดิน”, 2557) โดยนักวิทยาศาสตร์ชาวเบลเยี่ยม ที่ชื่อว่า ยาน แบ็บทิสทา ฟาน เฮลมอนท์ ทดลองกับต้นวิลโล่ มีวิธีการทดลอง คือ ใส่ดินในท่อและรดน้ำฝน ใช้เวลา 5 ปี ผลการทดลองพบว่า น้ำหนักต้นวิลโล่เพิ่มขึ้นจาก 5 ปอนด์ เป็น 169 ปอนด์ ต่อมาปี ค.ศ. 1699 นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษ จอห์น วูดวาด ได้ทำการทดลองปลูกพืชในน้ำแต่ยังแร่ธาตุในดิน มาละลายลงในน้ำ ต่อมาในปี ค.ศ. 1925 ศาสตราจารย์มหาลัยแคลิฟอร์เนีย วิลเลียม เอฟ. แกริก ทำการทดลองกับมะเขือเทศ โดยเติมอากาศลงในน้ำ และให้สารละลายแร่ธาตุลงไปในน้ำ ผลปรากฏว่าระยะเวลาในการออกผลใช้เวลาเร็วกว่าการปลูกลงดิน และเถายาวถึง 25 ฟุต สำหรับในประเทศไทย เริ่มต้นใน ปี พ.ศ. 2520 ในขณะนั้น สมเด็จพระเทพพระรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ได้เสด็จฯ เยือนประเทศอิสราเอล และได้ทอดพระเนตรการพัฒนาการประเทศในด้านต่างๆ รวมไปถึงการปลูกพืชไร้ดินด้วย ต่อมาปี พ.ศ. 2526 พระองค์ได้เสด็จฯเยือนประเทศญี่ปุ่น และได้ทอดพระเนตรการปลูกพืชไฮโดรโปนิส์แบบ DFT (Deep Flow Technique) ซึ่งเป็นระบบน้ำวนที่ให้รากของพืชแช่ลงไปในราก โดยน้ำก็จะหมุนเวียนไปเรื่อยๆ ทรงรู้สึกสนพระทัยจึงศึกษาหาแนวทางมาใช้ในประเทศไทย ต่อมาเมื่อถึงการเฉลิมฉลองเนื่องในวโรกาสที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงเจริญ พระชนมพรรษาครบ 5 รอบในปี พ.ศ. 2530 องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติได้ถวายงานวิจัยการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์เพื่อร่วมเฉลิมฉลองในวาระนั้น โดยมีพื้นที่วิจัย 3 ที่ คือ 1. งานสวนในบริเวณสวนจิตรลดา 2. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ และภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ แม่โจ้ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน 3. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ต่อมาปี พ.ศ.2530 ฟาร์มที่แรกที่ใช้วิธีการปลูกประเภทนี้ได้เกิดขึ้นโดยเอกชน ชื่อว่า นาคีตะฟาร์ม อยู่ในจังหวัดสมุทรสามคร โดยใช้การเติมอากาศเข้าไปในน้ำ และให้สารละลายแร่ธาตุลงไปในน้ำที่ปลูก ต่อมา พ.ศ. 2536 ได้มีการใช้การปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์ในระบบ NFT (Nutrient Film Technique) เป็นระบบที่นิยมในปัจจุบัน โดยเป็นระบบน้ำวน ที่ให้น้ำไหลผ่านรากหมุนเวียนไปเรื่อยๆ โดยนายเสรี โดย ฟาร์มอยู่ที่จังหวัดลำปาง และในปี พ.ศ. 2540 มีการนำเทคโนโลยี NFT มาจากประเทศออสเตรเลียใช้โดยบริษัท แอกเซนต์ไฮโดรโปนิกส์ 1997 ทำให้ประเทศไทยมีการตื่นตัวในการปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์เป็นอย่างมาก โดยการปลูกผักวิธีนี้ได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก เพราะใช้พื้นที่น้อย เมื่อเทียบการปลูกลงดิน ทั้งยังสามารถควบคุมแมลงศัตรูพืชได้ และมี 2 วิธีในการปลูก คือ วิธีที่ 1. การปลูกผักสลัดไฮโดรโปนิกส์แบบระบบ

น้ำวน ในการปลูกแบบนี้มีอยู่หลายแบบเช่น แบบ NFT (Nutrient Film Technique) และแบบ DFT (Deep Flow Technique) ที่กล่าวไปข้างต้น หลักการของแต่ละแบบนั้นจะคล้ายกัน คือ ให้สารละลายแร่ธาตุที่ผสมในน้ำไหลผ่านรากของผักสลัดอย่างต่อเนื่อง ดังภาพที่ 2.9 วิธี 2. การปลูกแบบระบบน้ำนิ่ง คือการเทน้ำให้ขังภาชนะที่จะปลูก เช่น กล่องโฟม ตู้ปลา เป็นต้น จากนั้นก็ใส่สารละลายแร่ธาตุลงไปในภาชนะปลูก โดยอัตราส่วนสารละลายแร่ธาตุต่อน้ำ คือ สารละลายแร่ธาตุ 5 cc ต่อน้ำ 1 ลิตร ดังภาพที่ 2.10

ภาพที่ 2.9: การปลูกผักสลัดไฮโดรโปนิกส์แบบระบบน้ำวน

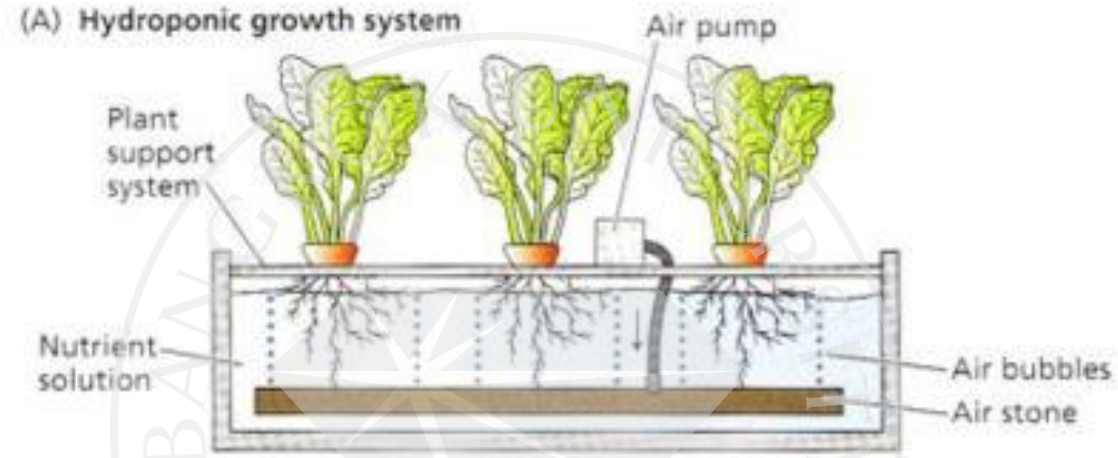


ที่มา: *ผักไฮโดรโปนิกส์ เรื่องของการปลูกพืชด้วยระบบไฮโดรโปนิกส์ Hydroponics.* (2555). สืบค้นจาก http://hydroponicscool.blogspot.com/2012/05/hydroponics_330.html.

จากภาพที่ 2.9 จะเห็นได้ว่า ระบบการปลูกผักแบบน้ำวน มีหลักการทำงาน คือ จะให้น้ำที่ผสมสารละลายแร่ธาตุไหลผ่านราก โดยจะมีปั๊มน้ำดูดจากแหล่งน้ำด้านล่างขึ้นไปยังรางที่ปลูกผักสลัด และน้ำจากรางผักก็จะไหลลงแหล่งน้ำ โดยจะวนกันแบบนี้ตลอดเวลา ระบบนี้มีทั้งข้อดีและข้อเสีย (อาจารย์อรรถพร สุบุญสันต์) ดังนี้ ข้อดี คือ 1.ระบบนี้ทำความสะอาดง่าย 2.เกิดโรคน้อย เพราะมีการวนน้ำตลอดเวลา 3.ผักโตเร็วกว่าระบบน้ำนิ่ง 4.เมื่อฝนตก น้ำฝนจะไม่ปนกับสารละลายแร่ธาตุ ทำให้ไม่ต้องเปลืองปุ๋ย และมีข้อเสีย คือ 1.เวลาไฟดับนั้นจะส่งผลเสียต่อผักสลัด ทำให้ผักใบเหี่ยว เพราะระบบนี้มีปั๊มน้ำที่คอยดูดน้ำเข้าสู่แปรงผัก เมื่อไฟฟ้าดับทำให้ปั๊มน้ำไม่สามารถทำงานได้ ผักสลัดจึง

ขาดน้ำ 2.มีอุปกรณ์ที่เยอะกว่าระบบน้ำนิ่ง 3.ราคาต้นทุนในการสร้างแพงกว่าระบบน้ำนิ่ง 4.ปลูกผักที่ใช้เวลาโตนานไม่ได้ เพราะรากจะงอกเต็มรางปลูกผัก 5.ต้องใช้เทคนิคในการสร้างค่อยข้างมาก โดยระบบนี้ส่วนมากจะใช้กับการเพาะปลูกแบบฟาร์ม

ภาพที่ 2.10: การปลูกผักสลัดไฮโดรโปนิกส์แบบระบบน้ำนิ่ง



ที่มา: *ผักไฮโดรโปนิกส์ เรื่องของการปลูกพืชด้วยระบบไฮโดรโปนิกส์ Hydroponics.* (2555). สืบค้นจาก http://hydroponicscool.blogspot.com/2012/05/hydroponics_330.html.

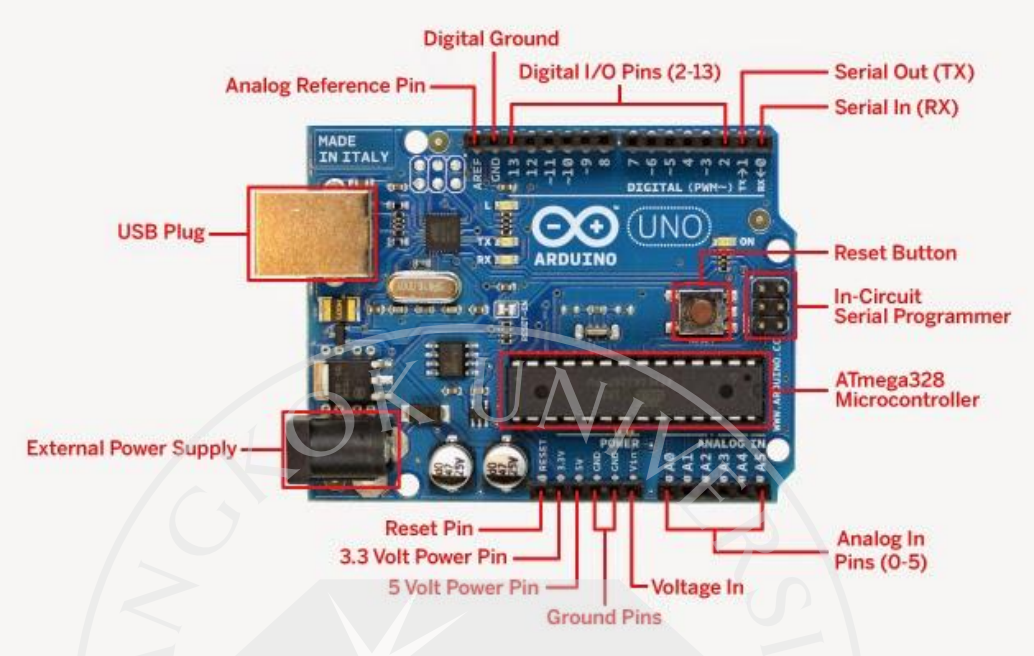
จากภาพที่ 2.10 จะเห็นได้ว่า ระบบการปลูกผักแบบน้ำวน มีหลักการทำงาน คือการเติมน้ำให้ขังแปลงปลูกผักสลัด โดยน้ำนั้นก็จะผสมสารละลายธาตุไว้แล้ว โดยการเติมน้ำลงให้แปลงผักสลัดนั้น ต้องคาดคะเนให้น้ำนั้นอยู่ระดับเดียวกับรากของผักสลัด เพื่อที่รากของผักสลัดจะได้ดูดน้ำที่ผสมสารละลายแร่ธาตุได้ ระบบนี้ผู้ปลูกต้องหมั่นดูแล คอยดูระดับด้วย ระบบนี้มีทั้งข้อดีและข้อเสีย ดังนี้ ข้อดี คือ 1.ไม่ต้องพึ่งไฟฟ้า ทำให้เมื่อไฟฟ้าดับนั้น ผักสลัดก็สามารถเติบโตได้ 2.การทำระบบนี้สามารถอุปกรณ์ได้ง่าย หรือใช้ข้อใกล้ตัวสร้างได้ เช่น ตู้ปลา กล่องโฟม เป็นต้น 3.ราคาต้นทุนถูก เมื่อเทียบกับระบบน้ำวน 4.ปลูกผักที่ใช้เวลาโตนานได้ เพราะแปลงที่ปลูกผักนั้นมความสูงอยู่พอสมควร ทำให้รองรับผักสลัดที่มีรากที่ยาวได้ และมีข้อเสีย คือ 1.ระบบนี้ไม่สามารถตากฝนได้ เพราะน้ำฝนจะไปปนกับสารละลายแร่ธาตุทำให้สารละลายแร่ธาตุจาง ต้องเติมเข้าไปใหม่ ทำให้สิ้นเปลือง 2.เกิดโรคได้ง่าย เพราะน้ำนั้นไม่มีการถ่ายเท จะขังอยู่ในแปลงผักตลอดเวลา 3.ผักที่ปลูกในระบบนี้เติบโตช้ากว่าผักที่ปลูกในระบบน้ำวน 4.แปลงที่ปลูกผักสลัดทำความสะอาดยาก เช่น กล่องโฟม เป็นต้น เป็น

แหล่งสะสมเชื้อโรค 5.ต้องหมั่นดูระดับน้ำ และเติมน้ำเข้าไปยังแปลงผักสลัดอยู่เสมอ เพราะถ้าระดับน้ำสูงไม่ถึงรากของผักสลัด ผักสลัดก็จะไม่สามารถดูดซึมน้ำและสารอาหารได้ ทำให้ผักสลัดตายในที่สุด โดยระบบนี้ส่วนมากจะใช้กับการเพาะปลูกในพื้นที่ขนาดเล็ก เช่น บ้าน ในห้องเช่า เป็นต้น

2.3 บอร์ดอาดุยโน่

Arduino หรืออาดุยโน่ เริ่มต้นในปีค.ศ. 2005 ในประเทศอิตาลี มีผู้ร่วมก่อตั้งอยู่ 5 คน โดยมี Massimo Banzi เป็นหัวหน้าทีม โดยจุดประสงค์ในการสร้าง คือจะทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นถูกกว่าเจ้าอื่นนั้นเพื่อให้นักศึกษาสามารถเข้าถึงได้ง่าย และพัฒนาโปรแกรมที่ใช้ควบคุมบอร์ดอาดุยโน่เพื่อแจกฟรี โดยรุ่นแรกออกวางจำหน่ายในปีค.ศ. 2006 ใช้ชื่อว่า Arduino Mini และพัฒนามาเรื่อยๆ จนถึงในปัจจุบัน อาดุยโน่เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ประเภท AVR ที่พัฒนาแบบ Open Source ที่เปิดเผยข้อมูลทั้งหมดของตัวบอร์ดทั้งด้าน Hardware และ Software และออกแบบมาให้ใช้งานง่าย จึงไม่ยากสำหรับผู้เริ่มต้นศึกษา ทั้งนี้ยังสามารถนำตัวบอร์ดไปประยุกต์ใช้กับงานต่างๆ เช่น ระบบปิด-เปิดไฟอัตโนมัติ ระบบวัดค่าไฟแบบเรียลไทม์ เป็นต้น โดยสามารถต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์ เซนเซอร์วัดค่า ต่างๆ เข้ากับตัวบอร์ดได้ โดยผ่านช่องขา Input/Output ที่มีให้ และอาดุยโน่สามารถเขียนโปรแกรมลงไปยังตัวบอร์ดได้โดยผ่านโปรแกรม ArduinoIDE ซึ่งเป็นโปรแกรมฟรีที่ทางผู้พัฒนาเปิดให้โหลดใช้งานฟรี การเชื่อมต่อและการสั่งงานกับบอร์ดมีหลายช่องทาง คือ เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่านสาย USB, เชื่อมต่อกับเว็บไซต์และแอปพลิเคชันผ่านอินเทอร์เน็ต ทำให้มีผู้นำไปใช้งานเป็นจำนวนมาก และจุดที่ทำให้อาดุยโน่เป็นที่นิยม คือ 1.ทำไปพัฒนาต่อได้ง่าย คำสั่งในการสั่งงานไม่ยุ่งยาก 2.มีกลุ่มคนที่ใช้อาดุยโน่อยู่จำนวนมาก ทำให้สามารถหาข้อมูลตัวบอร์ดได้ง่าย 3. ราคาถูก 4. สามารถใช้กับระบบปฏิบัติ (OS) ได้หลากหลาย ลักษณะของบอร์ดอาดุยโน่มีดังภาพที่ 2.11

ภาพที่ 2.11: บอร์ดอาดุยโน่

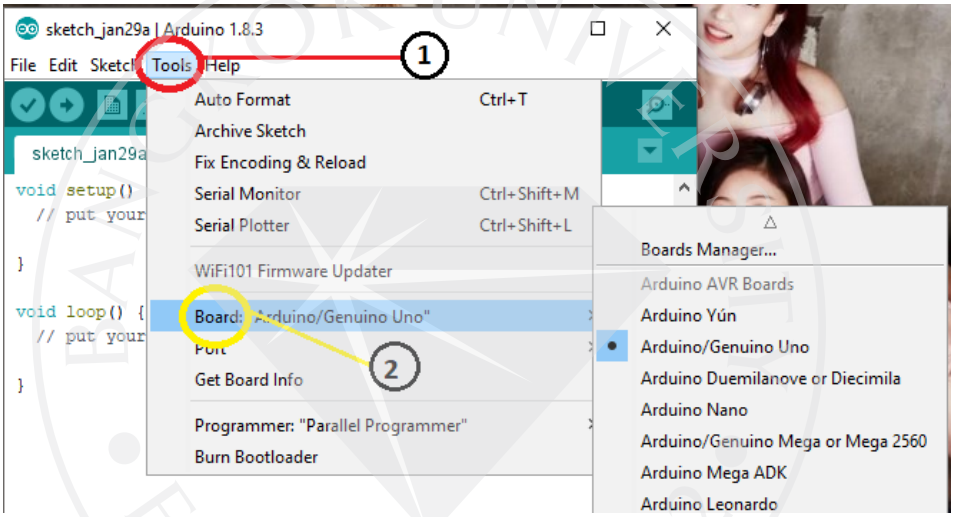


ที่มา: *เริ่มต้น Arduino.* (2557). สืบค้นจาก http://kong-arduino-th.blogspot.com/2014/08/arduino.html.

จากภาพที่ 2.11 จะอธิบายส่วนๆได้ ดังนี้ ส่วนที่ 1 USB Plug คือช่องใช้เชื่อมต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์ผ่านสาย USB และใช้เป็นช่องทางอัพโหลดโค๊ดจากคอมพิวเตอร์มายังบอร์ดอาดุยโน่ ส่วนที่ 2 Digital I/O Pins และ Analog In Pins คือช่องที่รับ และส่งค่าอนาล๊อกและดิจิตอลไปยังวงจรอิเล็กทรนิกส์หรือเซนเซอร์ที่ต่อเข้ากับ บอร์ดอาดุยโน่ ส่วนที่ 4 Reset Buttonคือปุ่มสั่งบอร์ดกลับไปเริ่มต้นทำงานใหม่ เมื่อบอร์ดมีอาการผิดปกติ หรือค้าง ส่วนที่ 5 In-Circuit Serial Programmer เป็นที่ใช้กับโปรแกรม Bootloader ส่วนที่ 6 ATmega328 Microcontroller คือ MCU (Microcontroller) ที่ใช้บนบอร์ดอาดุยโน่ ส่วนที่ 7 3.3 Volt Power Pin และ 5 Volt Power Pin เป็นแหล่งจ่ายไฟไปยังวงจรอิเล็กทรอนิกส์ และเซนเซอร์ที่ต่อเข้ากับบอร์ด ส่วนที่ 8 Ground Pins เปรียบเสมือนช่องขั้วลบที่มีไว้ใช้ต่อเข้ากับวงจรไฟฟ้าและเซนเซอร์ และส่วนที่ 9 External Power Supply เป็นช่องที่ไว้รับแหล่งจ่ายไฟจากภายนอก โดยบอร์ดนั้นก็จะมีหลายรุ่นให้เลือกใช้งานตามความเหมาะสม เช่น Arduino Uno บอร์ดรุ่นนี้ จะเป็นบอร์ดที่ราคาถูก เหมาะกับผู้เริ่มต้นใช้งาน Arduino Mega บอร์ดรุ่นนี้จะแตกต่างกับรุ่น Uno ก็คือ รุ่นนี้จะมีขา Digital I/O Pins ที่ไว้ต่อกับวงจรอิเล็กทรอนิกส์และเซนเซอร์มากกว่ารุ่น Uno และรุ่น Arduino WiFi รุ่นนี้จะพิเศษตรงที่สามรถ

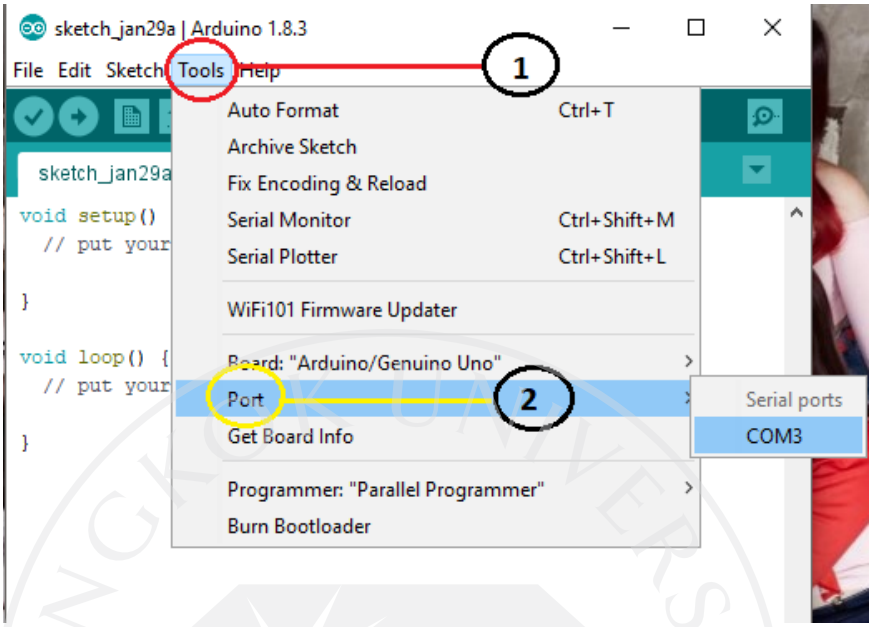
เชื่อมกับไวไฟได้เลย โดยไม่ต้องเชื่อมต่อกับอุปกรณ์เสริม เป็นต้น ในการเขียนการสั่งงานผ่านโปรแกรม ArduinoIDE จะต้องเริ่มจากการต่อบอร์ดอาดุยโน่เข้ากับคอมพิวเตอร์ผ่านสาย USB จากนั้นก็เขียนโปรแกรมใน ArduinoIDE โดยเป็นโปรแกรมนี้สามารถโหลดได้ฟรี ในเว็บ https://www.arduino.cc/en/main/software เมื่อโหลดโปรแกรมเสร็จแล้ว จะมีขั้นตอนการเขียนโปรแกรมลงในบอร์ดอาดุยโน่ได้ดังนี้ ขั้นตอนที่ 1.เปิดโปรแกรมขึ้นมา จากนั้นไปที่ แถบเมนู Tools จากนั้นก็เลือก Board ที่ต้องการเชื่อมต่อ ดังภาพที่ 2.12

ภาพที่ 2.12: ขั้นตอนการเขียนโค๊ดในโปรแกรม ArduinoIDE (1)



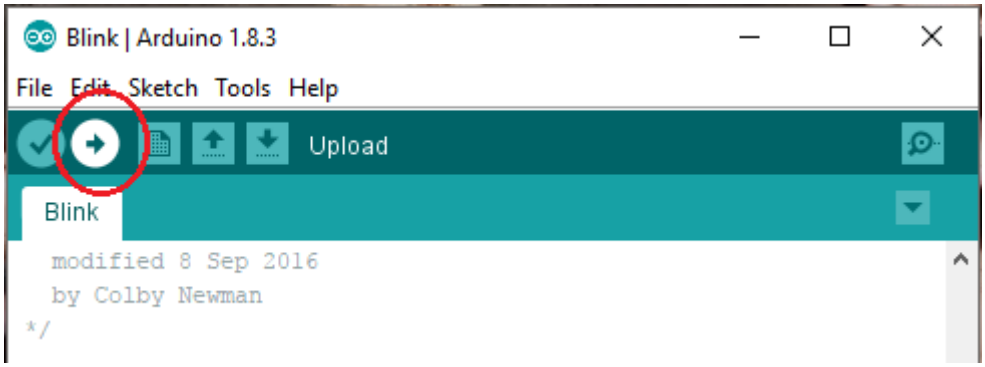
ขั้นตอนที่ 2.เลือก Port ที่นำบอร์ดมาเชื่อมต่อในแถบเมนู Tools เช่นกัน ดังภาพที่ 2.13

ภาพที่ 2.13: ขั้นตอนการเขียนโค๊ดในโปรแกรม ArduinoIDE (2)

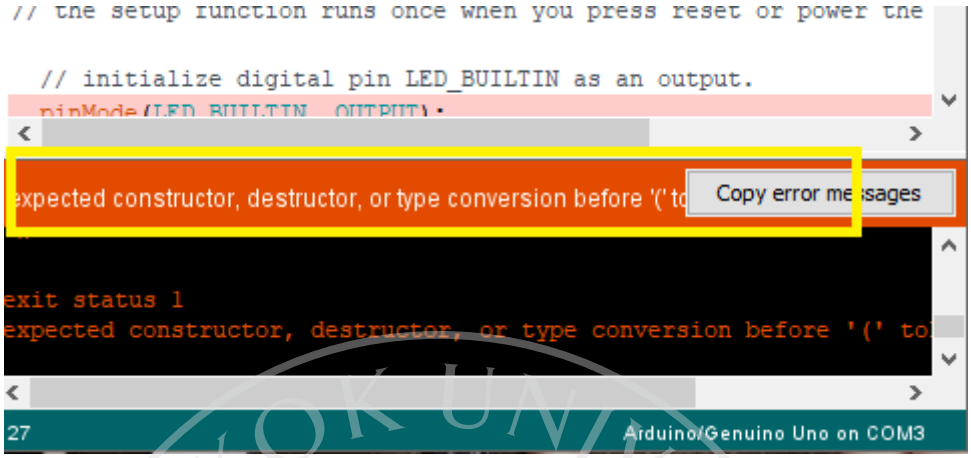


ขั้นตอนที่ 3. เมื่อทำ 2 ขั้นตอนเสร็จแล้ว จากนั้นสามารถเขียนโค๊ดลงในโปรแกรมได้เลย โดยเมื่อเขียนโค๊ดเสร็จแล้ว ก็ทำการเช็คโค๊ดก่อนอัพโหลดลงบอร์ดอาดุยโน่ที่ลักษณ์เครื่องหมายถูกในแถบเมนู ดังภาพที่ 2.14 ในกรณีที่มีข้อผิดพลาด ในแถบด้านล่างของโปรแกรมจะมีแถบสีส้มฟ้องว่า มีข้อผิดพลาดตรงไหน ดังภาพที่ 2.15 แต่ในกรณีที่ไม่มีข้อผิดพลาด ในแถบด้านล่างของโปรแกรมจะมีคำว่า Done compiling ขึ้นมาบอก ดังภาพที่ 2.16

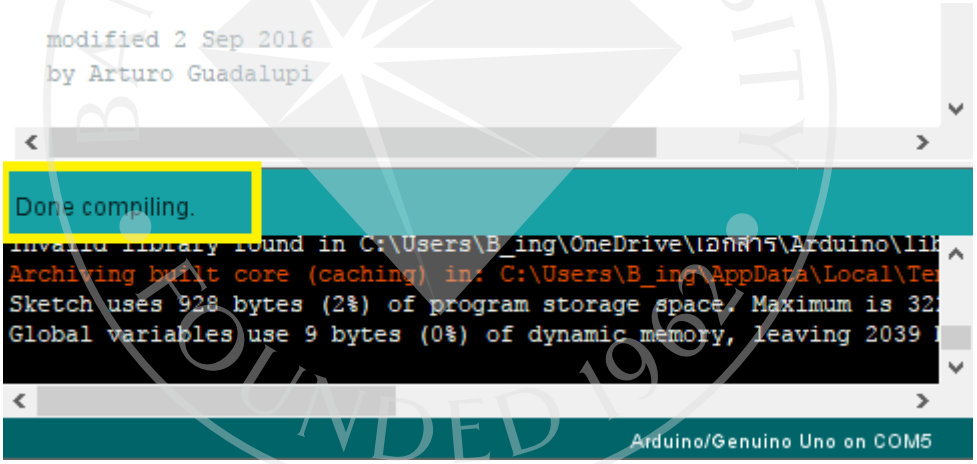
ภาพที่ 2.14: ขั้นตอนการเขียนโค๊ดในโปรแกรม ArduinoIDE (3)



ภาพที่ 2.15: กรณีโปรแกรมผิดพลาด



ภาพที่ 2.16: กรณีที่ไม่มีข้อผิดพลาด



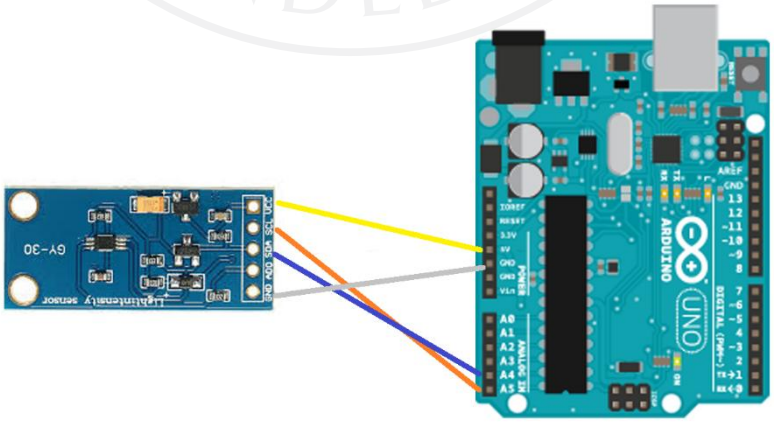
ขั้นตอนที่ 4.เมื่อเช็คโค๊ดสำเร็จแล้ว ให้กดตรงลักษณ์ลูกศร เพื่อเป็นการอัพโหลดไปยังบอร์ดอาดุยโน่ ดังภาพที่ 2.17

ภาพที่ 2.17: ขั้นตอนการเขียนโค๊ดในโปรแกรม ArduinoIDE (4)

2.4 บอร์ดอาดุยโน่เชื่อมกับวงจรอิเล็กทรนิกส์และเซนเซอร์ต่างๆ

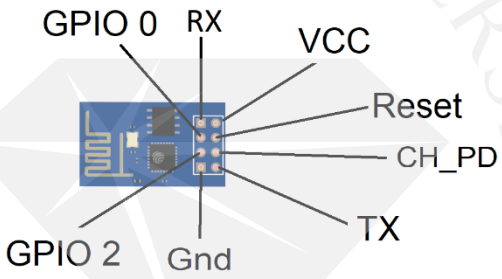
ในการเชื่อมต่อกับวงจรอิเล็กทรนิกส์และเซนเซอร์ต่างๆ ใน 1 การเชื่อมประกอบไปด้วย 3 ส่วน คือ ส่วนที่ 1.การเชื่อมต่อเพื่อรับค่าและส่งค่าไปยังวงจรอิเล็กทรอนิกส์และเซนเซอร์ ในกรณีจะต่อวงจรอิเล็กทรนิกส์และเซนเซอร์เข้ากับขา Digital I/O Pins หรือ Analog In Pins ส่วนที่ 2.การเชื่อมต่อเพื่อจ่ายไฟยังวงจรอิเล็กทรอนิกส์และเซนเซอร์ ในกรณีจะต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์และเซนเซอร์เข้ากับขา 3.3 Volt Power Pin หรือ 5 Volt Power Pin การเชื่อมต่อในกรณีขึ้นอยู่กับวงจรอิเล็กทรอนิกส์และเซนเซอร์ว่าต้องการไฟมากแค่ไหน ส่วนที่ 3.การเชื่อมต่อช่อง Gnd กับ Gnd ระหว่างบอร์ดอาดุยโน่กับไฟยังวงจรอิเล็กทรอนิกส์แลเซนเซอร์ โดยจะขอยกการเชื่อมต่อบอร์ดอาดุยโน่กับวงจรอิเล็กทรอนิกส์และเซนเซอร์ในระบบปลูกผักสลัดด้วยวิธีไฮโดรโปนิกส์แบบอัตโนมัติ โดยจะขอยกตัวอย่างมา 2 กรณี กรณีที่ 1.บอร์ดอาดุยโน่เชื่อมต่อกับเซนเซอร์วัดค่าแสง (ลักซ์)

ภาพที่ 2.18: บอร์ดอาดุยโน่เชื่อมต่อกับเซนเซอร์วัดค่าแสง (ลักซ์)

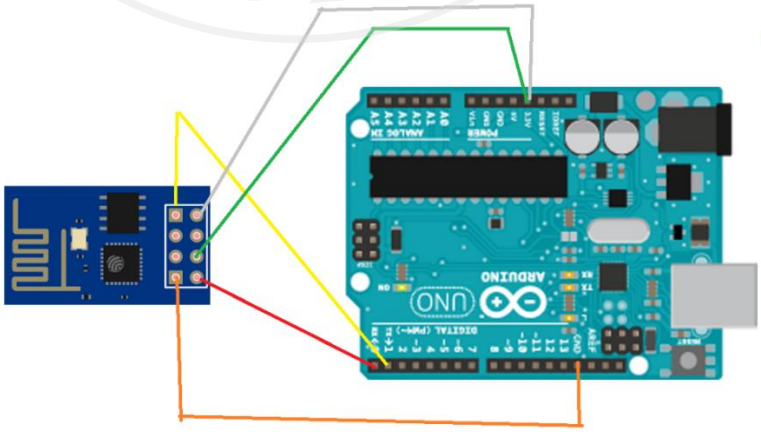


จากภาพที่ 2.18 การเชื่อมต่อมีดังนี้ สายไฟสีเหลืองในช่อง VCC ของเซนเซอร์วัดค่าลักซ์นำไปเสียบเข้ากับช่อง 5V ของบอร์ดอาดุยโน่ สายไฟสีส้มในช่อง SCL ของเซนเซอร์นำไปเสียบเข้ากับช่อง A5 ของบอร์ดอาดุยโน่ สายไฟสีน้ำ เงินในช่อง SDA ของเซนเซอร์นำไปเสียบเข้ากับช่อง A4 ของบอร์ดอาดุยโน่ สายไฟสีเทาในช่อง Gnd ของเซนเซอร์นำไปเสียบเข้ากับช่อง Gnd ของบอร์ดอาดุยโน่ กรณีที่ 2.บอร์ดอาดุยโน่เชื่อมต่อกับ Wi-Fi Module ESP8266 การเชื่อมต่อกับ Wi-Fi Module ESP8266 นั้นใช้บอร์ดทดลองเข้ามาช่วยด้วย เพราะ ในบอร์ดอาดุย โน่นั้นมีแหล่งจ่ายไฟ 3.3V อยู่เพียงช่องเดียว ในขณะที่ Wi-Fi Module ESP8266 นั้นต้องการไฟ 3.3V ถึง 2 ช่องด้วยกัน

ภาพที่ 2.19: อุปกรณ์ไฟไว ESP8266



ภาพที่ 2.20: บอร์ดอาดุยโน่เชื่อมต่อกับ Wi-Fi Module ESP8266

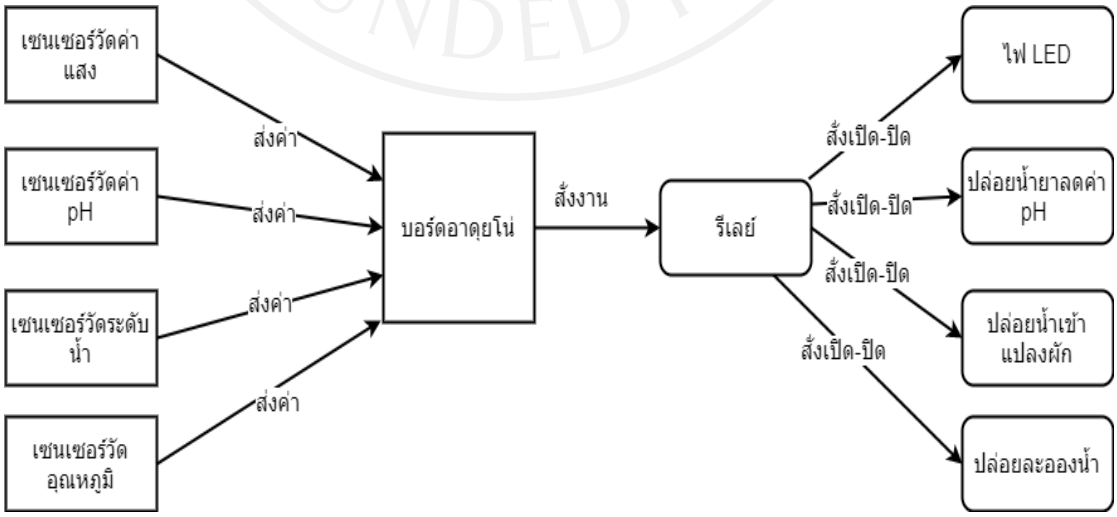


จากภาพที่ 2.20 การเชื่อมต่อมีดังนี้ สายไฟสีเทาในช่อง VCC ของ Wi-Fi Module ESP8266 นำไปเสียบเข้ากับช่อง 3.3V ของ บอร์ดอาดุยโน่ สายไฟสีเหลืองในช่อง RX ของ Wi-Fi Module ESP8266 นำไปเสียบเข้ากับช่อง TX ของบอร์ดอาดุยโน่ สายไฟสีเขียวในช่อง CH_PD ของ Wi-Fi Module ESP8266 นำไปเสียบกับช่อง 3.3 V ของบอร์ดอาดุยโน่ สายไฟสีแดงในช่อง TX ของ Wi-Fi Module ESP8266 นำไปเสียบเข้ากับช่อง RX ของบอร์ดอาดุยโน่ สายไฟสีส้มในช่อง Gnd ของ Wi-Fi Module ESP8266 นำไปเสียบเข้ากับช่อง Gnd ของบอร์ดอาดุยโน่

2.5 การนำเทคโนโลยีอาดุยโน่มาประยุกต์ใช้กับการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์

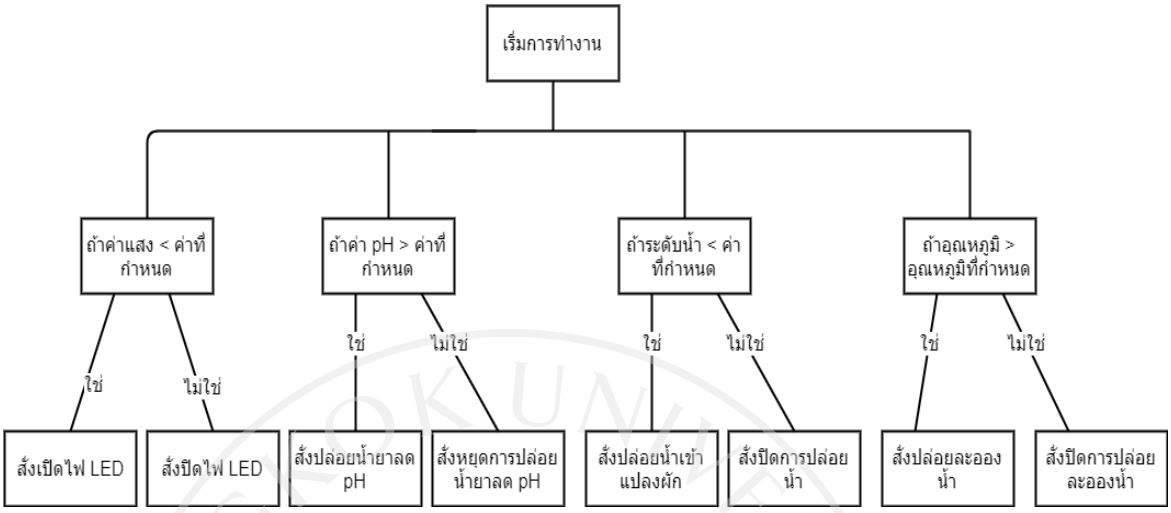
ในการนำเทคโนโลยีอาดุยโน่มาประยุกต์ใช้กับการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์นั้นจะเรียกสั้นๆ ว่า สมาร์ทฟาร์ม (Smart Farm) โดยก่อนจะนำตัวสมาร์ทฟาร์มเข้ามาใช้ จะต้องคำนึงถึงผักที่นำมาใช้ปลูกก่อนว่า ผักต้องการสภาพแวดล้อมเป็นอย่างไร จากนั้นก็ต้องคำนึงเรื่องการปลูกว่า ต้องการปลูกเป็นฟาร์ม (พื้นที่ขนาดใหญ่) หรือปลูกไว้กินเองที่บ้าน (พื้นที่ขนาดเล็ก) แล้วค่อยติดตั้งระบบสมาร์ทโฟน โดยการปลูกเป็นฟาร์มจะต้องมีอุปกรณ์ที่ใช้ ดังต่อไปนี้ คือ บอร์ดอาดุยโน่ที่ใช้ควบคุมการทำงานต่างๆของระบบ โดยจะมีเซนเซอร์ต่างๆ ที่คอยส่งค่าไปยังบอร์ด โดยมีเซนเซอร์ที่ใช้ คือ เซนเซอร์วัดค่าแสงแดด เซนเซอร์วัดค่ากรดด่าง (pH) ในน้ำ เซนเซอร์วัดระดับน้ำ เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ เพื่อที่บอร์ดนั้นจะทำการวิเคราะห์ค่าต่างๆที่ส่งมา และสั่งการควบคุมรีเลย์ที่ทำหน้าที่เหมือนสวิตซ์คอยเปิด-ปิด การทำงานต่างๆ ดังภาพ 2.21

ภาพที่ 2.21: แผนผังอุปกรณ์อาดุยโน่



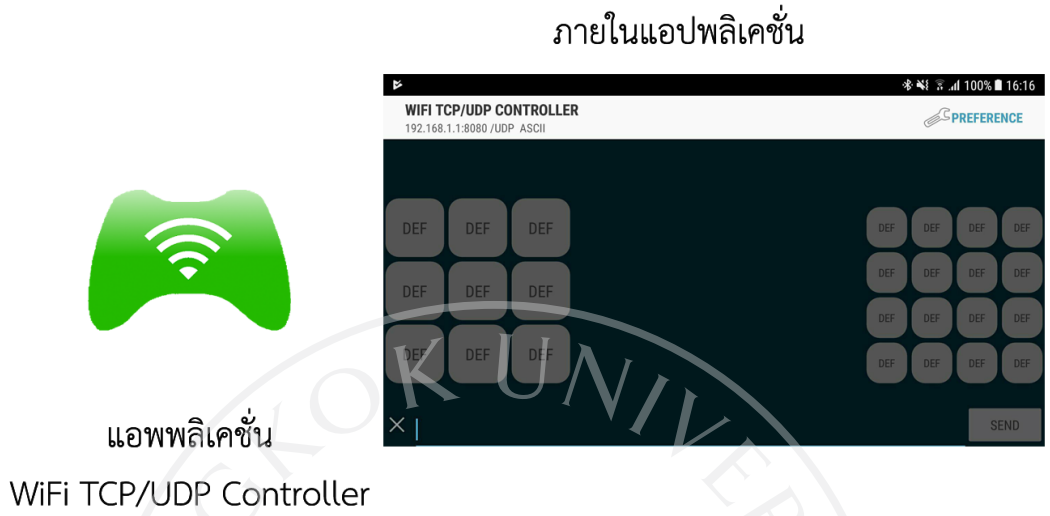
และมีการทำงาน โดยจะแบ่งเป็นส่วนต่างๆ ดังนี้ คือ ส่วนที่ 1.การควบคุมการเปิด-ปิดไฟ LED เริ่มการทำงานจากบอร์ดอาดุยโน่รับค่าจากเซนเซอร์วัดแสง ซึ่งให้ค่าเป็นค่าความเข้มของแสงมีหน่วยเป็นลักซ์ เมื่อค่าความเข้มของแสงแดด นั้นต่ำกว่าค่าที่กำหนดนั้น อาดุยโน่จะสั่งให้รีเลย์ทำงานเปิดไฟ LED จนกว่าค่าความเข้มของแสงแดดมีค่าเท่ากับหรือมากกว่าค่าที่กำหนดไว้ จากนั้นจึงจะสั่งให้รีเลย์หยุดการทำงาน ปิดไฟ LED โดยส่วนนี้จะทำเพื่อให้ผักสลัดจะได้แสงอย่างสม่ำเสมอตลอดทั้งวัน ส่วนที่ 2.การควบคุมการปล่อยน้ำยาลดค่า pH เริ่มจากบอร์ดอาดุยโน่รับค่าจากเซนเซอร์วัดค่ากรดด่าง (pH) เมื่อค่า pH นั้นสูงกว่าค่าที่กำหนดนั้น อาดุยโน่จะสั่งให้รีเลย์ทำงานปล่อยน้ำยาลดค่า pH ลงในน้ำที่แปลงผัก จนกว่าค่า pH มีค่าต่ำกว่าค่าที่กำหนดไว้ จากนั้นจึงจะสั่งให้รีเลย์หยุดการทำงาน โดยส่วนนี้จะทำเพื่อให้ได้ค่า pH ของน้ำที่เหมะสมในการปลูกผักสลัด ส่วนที่ 3.การควบคุมการปล่อยน้ำเข้าสู่แปลงผัก เริ่มจากบอร์ดอาดุยโน่รับค่าจากเซนเซอร์วัดระดับน้ำ เมื่อระดับน้ำต่ำกว่าค่าที่กำหนดนั้น อาดุยโน่จะสั่งให้รีเลย์ทำงานปล่อยน้ำเข้าสู่แปลงผัก จนกว่าระดับน้ำจะเท่ากับหรือสูงกว่าค่าที่กำหนดไว้ จากนั้นจึงจะสั่งให้รีเลย์หยุดการทำงาน โดยส่วนนี้จะทำเพื่อไม่ให้ผักสลัดขาดน้ำ ส่วนที่ 4.ควบคุมการปล่อยละอองน้ำ เริ่มจากบอร์ดอาดุยโน่รับค่าจากเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ เมื่ออุณหภูมิสูงกว่าที่กำหนดนั้น อาดุยโน่จะสั่งให้รีเลย์ทำงานปล่อยละอองน้ำ เพื่อลดอุณหภูมิ จนกว่าอุณหภูมิจะต่ำกว่าหรือเท่ากับอุณหภูมิที่กำหนดไว้ จากนั้นจึงจะสั่งให้รีเลย์หยุดการทำงาน โดยส่วนนี้จะทำเพื่อให้ได้อุณหภูมที่เหมาะสมแก่การปลูกผักสลัด ดังภาพ 2.16 และในการปลูกไว้กินเองที่บ้านหรือปลูกไว้ขายเป็นรายได้เสริม จะคล้ายกับการปลูกแบบฟาร์ม แต่อาจจะต้องตัดอุปกรณ์บางอย่างที่มีราคาแพงออก เช่น ตัวของเซนเซอร์วัดค่ากรดด่างออก เพราะตัวเซนเซอร์นี้ต้องทำการคาริเบทด้วยน้ำยาก่อน ซึ่งตัวเซนเซอร์รวมกับน้ำยาราคาแพงไม่เหมาะกับผู้ที่ปลูกไว้อาหารเองหรือปลูกไว้ขายเพื่อเป็นรายได้เสริม

ภาพที่ 2.22: การทำงานของระบบสมาร์ทฟาร์ม



และถ้าอยากทำให้ตัวระบบสมาร์ทฟาร์มนั้นสามารถเชื่อมต่อมอินเทอร์เน็ต เพื่อทำการส่งข้อมูลและสั่งงานระบบไปยังเว็บแอปพลิเคชั่น หรือแอปพลิเคชั่นในสมาร์ทโฟนสามารถทำได้โดยการใช้อุปกรณ์ที่รับไวไฟต่อเข้ากับบอร์ดอาดุยโน่ โดยอุปกรณ์ที่สามารถรับไวไฟได้ เช่น *ESP8266* ดังภาพที่ 2.19 ปืนต้น เมื่อทำการต่ออุปกรณ์รับไวไฟ ก็สามารถเขียนเว็บ หรือแอปพลิเคชั่น เพื่อเชื่อมต่อกับระบบได้เลย แต่ในปัจจุบันนั้น ในสมาร์ทโฟนนั้นมีแอปพลิเคชั่นที่รองรับตัวบอร์ดอาดุยโน่อยู่แล้ว โดยไม่ต้องเขียนแอปพลิเคชั่นเอง โดยอปพลิเคชั่นที่รองรับ จะขอยกมา 2 แอปพลิเคชั่น คือ WiFi TCP/UDP Controller และ Blynk โดยเริ่มจากแอปพลิเคชั่น WiFi TCP/UDP Controller เป็นแอปพลิเคชั่นที่อยู่ในสมาร์ทโฟนทั้งใน Android และ IOS โดยจุดเด่นของแอปพลิเคชั่นนี้ คือ ดาวน์โหลดฟรี สามารถใช้งานได้หลากหลาย ดังภาพที่ 2.23

ภาพที่ 2.23: แอปพลิเคชั่น WiFi TCP/UDP Controller



ในการเชื่อมต่อนั้นจะต้องเซ็ตค่าต่างๆ ด้วยตัวเองภายในแอปพลิเคชั่นให้ตรงกับอินเทอร์เน็ตที่ใช้ โดยตัวแอปพลิเคชั่นจะให้เซ็ตค่าต่างๆ เอง เช่น IP หรือ Domain Name , Port , TCP/UDP และปุ่มต่างๆ เป็นต้น จะทำให้ผู้เริ่มต้นใช้ง่ายเกิดความยุ่งยากในการใช้ ทั้งหน้าตาของแอปพลิเคชั่นนั้นไม่น่าใช้อีกด้วย ต่อมาเป็นแอปพลิเคชั่น Blynk โดยแอปพลิเคชั่นนี้ เป็นแอปพลิเคชั่นที่อยู่ในสมาร์ทโฟนทั้งใน Android และ IOS เช่นกัน โดยจุดเด่นของแอปพลิเคชั่นนี้ คือ ดาวน์โหลดฟรี สามารถใช้งานได้หลากหลาย หน้าตาภายในแอปพลิเคชั่นน่าใช้งาน ดังภาพที่ 2.24

ภาพที่ 2.24: แอปพลิเคชั่น Blynk

ในการเชื่อมต่อกับแอปพลิเคชั่นนั้นทำได้โดยการสมัครสมาชิกในแอปพลิเคชั่นเมื่อสมัครสมาชิกแล้ว ทางแอปพลิเคชั่นจะส่งโค๊ดเพื่อเชื่อมต่อกับบอร์ดอาดุยโน่ โดยจะส่งมาทางอีเมล์ที่กรอกตอนสมาชิกสมาชิก เมื่อได้โค๊ดจากทางแอปพลิเคชั่นแล้ว จากนั้นก็นำโค๊ดมาใส่ไว้ในโปรแกรมของระบบ เป็นอันเสร็จการเชื่อมต่อ

ในการปลูกไว้กินเองที่บ้านหรือปลูกไว้ขายเป็นรายได้เสริม จะคล้ายกับการปลูกแบบฟาร์ม แต่อาจจะต้องตัดอุปกรณ์บางอย่างที่มีราคาแพงออก เช่น ตัวของเซนเซอร์วัดค่ากรดด่างออก เพราะตัวเซนเซอร์นี้ต้องทำการคาริเบทด้วยน้ำยาก่อน ซึ่งตัวเซนเซอร์รวมกับน้ำยาราคาแพงไม่เหมาะกับผู้ที่ปลูกไว้อาหารเองหรือปลูกไว้ขายเพื่อเป็นรายได้เสริม

2.6 ผลงานที่เกี่ยวข้อง

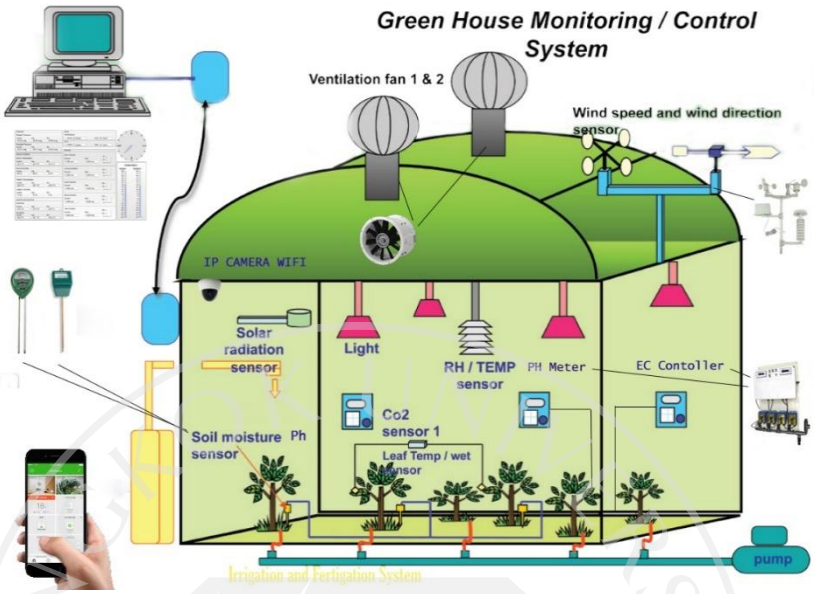
ระบบที่ 1.ระบบเพาะปลูกแบบ Smart Farm (“การเพาะปลูกแบบ”, 2558) โดยมีการทำงานของระบบดังนี้ นำเซนเซอร์วัดอุณหภูมิมาวัดอุณหภูมิ เพื่อปล่อยละอองน้ำเมื่ออุณหภูมิสูงกว่าที่กำหนดไว้ และนำ เซนเซอร์วัดค่ากรดด่าง เพื่อปล่อยน้ำยาปรับค่า pH เมื่อค่า pH สูงเกินกว่าที่กำหนดไว้ แต่ในการสร้างนั้นต้องใช้ต้นทุนที่สูงอยู่ ทั้งยังสร้างเป็นแบบระบบน้ำวน คือ จะให้น้ำไหลไปตามท่อ PVC ที่เจาะรูไว้สำหรับปลูกผัก สลัด ซึ่งมีข้อจำกัด คือ อุปกรณ์ที่ใช้สร้าง ระบบเยอะ โดยมีอุปกรณ์ที่ใช้ เช่น ท่อพีวีซีหลายขนาด ท่อพีอี กาวทาท่อพีวีซี วาล์วควบคุมน้ำ 5 ตัว ขวด พลาสติก โซลินอยด์วาล์ว ปั๊มน้ำ ถังน้ำเปล่า สายยาง เป็นต้น ซึ่งการเคลื่อนย้ายนั้นใช้เวลามาก และต้องใช้พื้นที่

เยอะ ในกรณีที่ปลูกไว้ในคอนโด ระบบไม่สามารถความคุมเรื่องค่าความเข้มข้นของแสงได้ และระดับน้ำในถังน้ำได้

ระบบที่ 2.ชุดปลูกผักไฮโดรฯออโต้ (นายนัฐวุฒิ ดิษฐประสพ และนายอาทิตย์ มณีนพ ,2560) ซึ่งสร้างเป็น ระบบน้ำวนเช่นกัน มีหลักการทำงาน คือควบคุมการให้แสงไฟของหลอด LED (Light-Emitting Diode) แบบ Strip ที่ให้แสงสีแดงและสีน้ำเงินในอัตราส่วน 4:2 ที่สามารถทดแทนแสงธรรมชาติ โดยระบบสามารถเปิดปิด อัตโนมัติ เปิดใช้งานตั้งแต่ 06.00-18.00 น.ของทุกวัน โดยราคาต้นทุนในการสามารถอยู่ที่ 7,500 – 8,500 บาท แต่มีข้อจำการ คือ ระบบการเปิดไฟ LED นั้นเป็นแบบตั้งเวลาเปิด-ปิด ไม่สามารถควบคุมการเปิด-ปิด ตามความเข้มของแสง (ลักซ์) ได้ ไม่สามารถควบคุมระดับน้ำได้เช่นกัน เนื่องจากเป็นระบบน้ำวน อุปกรณ์ใน การสร้างจึงมีเยอะเช่นกัน ทั้งนี้ ราคาต้นทุนค่อยข้างสูง

ระบบที่ 3.โรงเรือนสมาร์ทฟาร์มอัจฉริยะของบริษัท smartfarmdiy คือโรงเรือนที่สามารถให้แสง ธาตุอาหาร และปรับอุณหภูมิได้แบบอัตโนมัติ ทั้งยังสามารถควบคุมได้ด้วยตัวเอง โดยมีการเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตเพื่อ ควบคุมผ่านแอปพลิเคชั่นในสมาร์ทโฟน โดยมีอุปกรณ์ที่ใช้ มีดังนี้ 1. อุปกรณ์ที่ควบคุมค่า EC เพื่อให้ค่า EC ที่เหมาะสมแก่พืชที่ปลูก 2.อุปกรณ์การตรวจสภาพของดิน เพื่อควบคุมค่า pH และดินให้เหมาะสมแก่พืช
3.อุปกรณ์การวัดอุณหภูมิ เพื่อควบคุมอุณหภูมิให้เหมาะสมแก่พืชที่ปลูก 4.กล้องวงจรปิด เพื่อดูพื้นที่ในการดู 5.หลอดไฟ เพื่อให้แสงแก่พืชได้อย่างเพียงพอ ดังภาพ 2.25

ภาพที่ 2.25: โรงเรือนสมาร์ทฟาร์มอัจฉริยะ



ที่มา: *โรงเรือนสมาร์ทฟาร์มอัจฉริยะ.* (2558). สืบค้นจาก http://www.smartfarmdiy.com/.

โดยมีข้อจำกัดคือ ราคาต้นทุนที่แรงและมีจำนวนอุปกรณ์ที่ใช้เป็นจำนวนมาก และไม่เหมาะกับการปลูกไว้ทานเองที่บ้านหรือปลูกไว้ขายเป็นรายได้เสริม

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงต้องการสร้างระบบปลูกผักไฮโดรโปนิกส์แบบอัตโนมัติที่เหมาะแก่การปลูกในคอนโด โดยสามารถความคุมเรื่องของแสงได้ ใช้อุปกรณ์ในการสร้างจำนวนน้อย ต้นทุนไม่สูง โดยจะสร้างจากอุปกรณ์ที่มีอยู่ทั่วไปเป็นระบบน้ำนิ่งไว้ในตู้ปลาขนาด 24 นิ้ว เพื่อลดอุปกรณ์ในการสร้างให้มากที่สุด และตัวระบบสามารถเชื่อมต่อกับแอปพลิเคชันที่มีชื่อว่า Blynk ที่มีอยู่แล้วในสมาร์ทโฟนทั้งระบบปฏิบัติการ Androidและ IOS โดยในตัวแอปพลิเคชั่นนั้นมีสามารถ คือ แสดงค่าแสง ค่าของระดับน้ำและสามารถสั่งเปิด-ปิดไฟ LED เปิด-ปิดการปล่อยน้ำเข้าสู้ตู้ปลาผ่านทางสมาร์ทโฟนได้

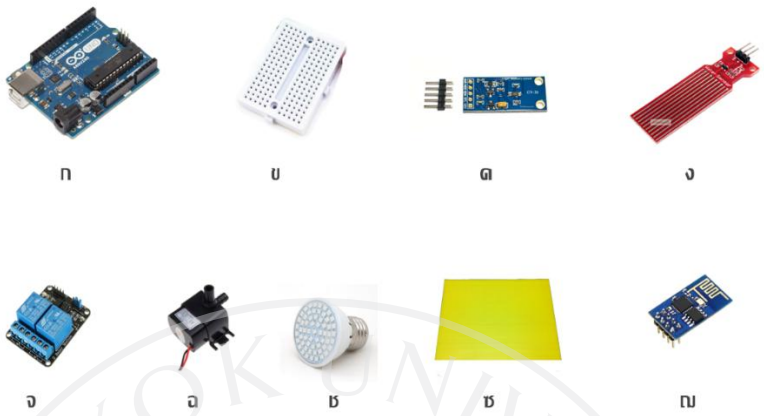
บทที่ 3
ระเบียบวิธีวิจัย

การวิธีดำเนินการมี 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1.การออกแบบระบบ 2.การสร้างและกำหนดการทำงานของระบบปลูกผักไฮโดรโปนิกส์แบบอัตโนมัติ 3.ขั้นตอนการฟังก์ชั่นในแอพพลิเคชัน Blynk 4.วิธีการวัดผลการวิจัย

3.1 การออกแบบระบบ

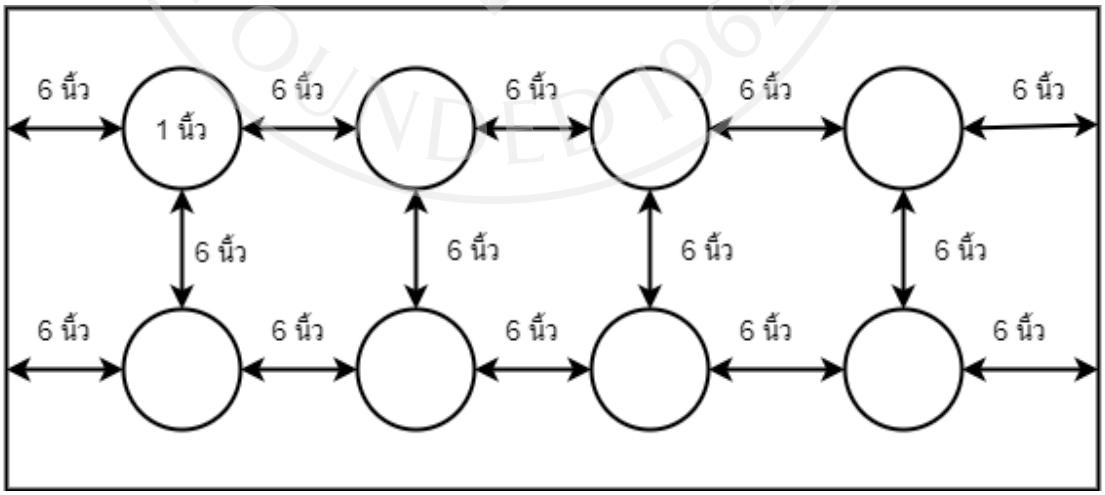
ในขั้นตอนนี้จะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนที่ 1.การกำหนดอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบ ซึ่งประกอบด้วย 3.1.ก.Arduino Compatible Board ใช้เป็นรุ่น Arduino Uno R3 มีพื้นที่ความจำอยู่ที่ 32 KB และมีแรมอยู่ที่ 2 KB รองรับระบบปฏิบัติการทั้งฝั่ง Windows และ MAC และรองรับได้ทั้ง 32 และ 64 บิต โดยมีหน้าที่ รับค่า ต่างๆมาจากเซนเซนต์ และควบคุมการสั่งงานรีเลย์ 3.1.ข.บอร์ดทดลอง ใช้ในการช่วยให้สามารถออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ได้ง่ายขึ้น และทำให้หลีกเลี่ยงวิธีบัดกีวงจร 3.1.ค.เซนเซอร์วัดค่าแสงรุ่น GY-30 BH1750FVI ทำหน้าที่วัดค่าเสงที่มีหน่อยเป็นลักซ์ โดยสามารถวัดค่าที่อยู่ระหว่าง 0 – 65535 ลักซ์ 3.1.ง.เซนเซอร์วัดระดับน้ำ ทำหน้าที่วัดระดับน้ำ โดยจะให้ค่าออกมาเป็นอนาล็อก 3.1.จ.โมดูลบอร์ดรีเลย์ใช้จำนวน 3 ตัว เพื่อความคุมไฟ LED และปั๊มน้ำ โดยมีทำหน้าที่เดียวกับสวิตช์ คือควบคุมการทำงานด้วยไฟฟ้า 3.1.ฉ.ปั๊มน้ำ 12 V ทำหน้าที่ปล่อยน้ำเข้าสู้ตู้ปลา 3.1.ช.ไฟ LED ปลูกต้นไม้ ใช้จำนวน 4 ดวง ทำหน้าที่ให้แสงแก่ผักสลัด 3.1.ซ.ฟิวเจอร์บอร์ด เป็นตัววางกระถางผักสลัด 3.1.ฌ.Wi-Fi Module ESP8266 มีหน้าที่ทำให้ตัวระบบสามารถเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต

ภาพที่ 3.1: อุปกรณ์ของระบบปลูกผักไฮโดรโปนิกส์แบบอัตโนมัติ



ส่วนที่ 2.ออกแบบพื้นที่ในการวิจัย ในการออกแบบพื้นที่จะใช้ตู้ปลาขนาดยาว 24 นิ้ว กว้าง 12 นิ้ว เพราะเป็นขนาดที่ง่ายต่อการคอบคุม เป็นตู้ปลูกผักสลัด โดยเจาะรูเป็นวงกลมขนาด 1 นิ้ว จำนวน 6 รู และแต่ละรูห่างกัน 6 นิ้ว ดังภาพ 3.2 ภายในรูนั้นจะเป็นที่ใส่อุปกรณ์ที่ปลูกผักสลัด ดังภาพที่ 3.3 โดยอุปกรณ์ปลูกผักสลัดนั้น คือ กระถางขนาดเล็ก และฟองน้ำทรงสี่เหลี่ยม

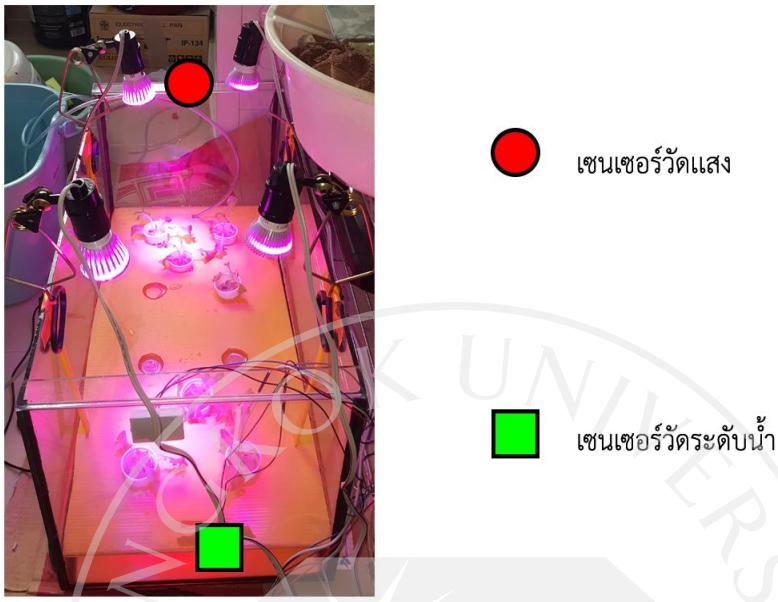
ภาพที่ 3.2: ออกแบบพื้นที่ในการวิจัย



ภาพที่ 3.3: อุปกรณ์ปลูกผักสลัด

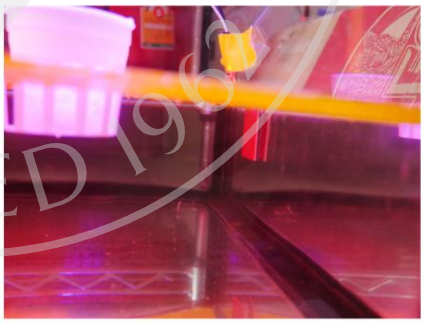
ส่วนที่ 3.การวางตำแหน่งของเซนเซอร์ในตู้ปลา ในส่วนนี้เป็นส่วนที่สำคัญมาก โดยต้องกำหนดตำแหน่งการวางเซนเซอร์วัดค่าแสงนั้นให้วางไว้นอกตู้ปลา โดยให้ห่างจากไฟ LED หรืออาจจะวางไว้เหนือไฟ LED ประมาณ 10 เซนติเมตร เพื่อไม่ให้เซนเซอร์รับค่าของไฟ LED มา และรับค่าความเข้มของแสงแดดมาควบคุมไฟ LED ถ้าวางไว้ในตู้ปลา ถ้าเซนเซอร์จะรับค่าจากแสงไฟ LED แทนทำให้ ไฟ LED จะดับตลอดเวลา เพราะค่าแสงที่ไฟ LED สูงกว่าค่าที่ระบบกำหนด ทำให้ระบบสั่งปิดไฟ LED ส่วนการวางตำแหน่งของเซนเซอร์วัดระดับน้ำ นั้นจะวางในตู้ปลา เพื่อรับค่าของระดับน้ำมาควบคุมการปล่อยน้ำเข้าตู้ปลา ดังภาพที่ 3.4

ภาพที่ 3.4: การวางตำแหน่งของเซนเซอร์



ภาพที่ 3.5: ตำแหน่งของเซนเซอร์

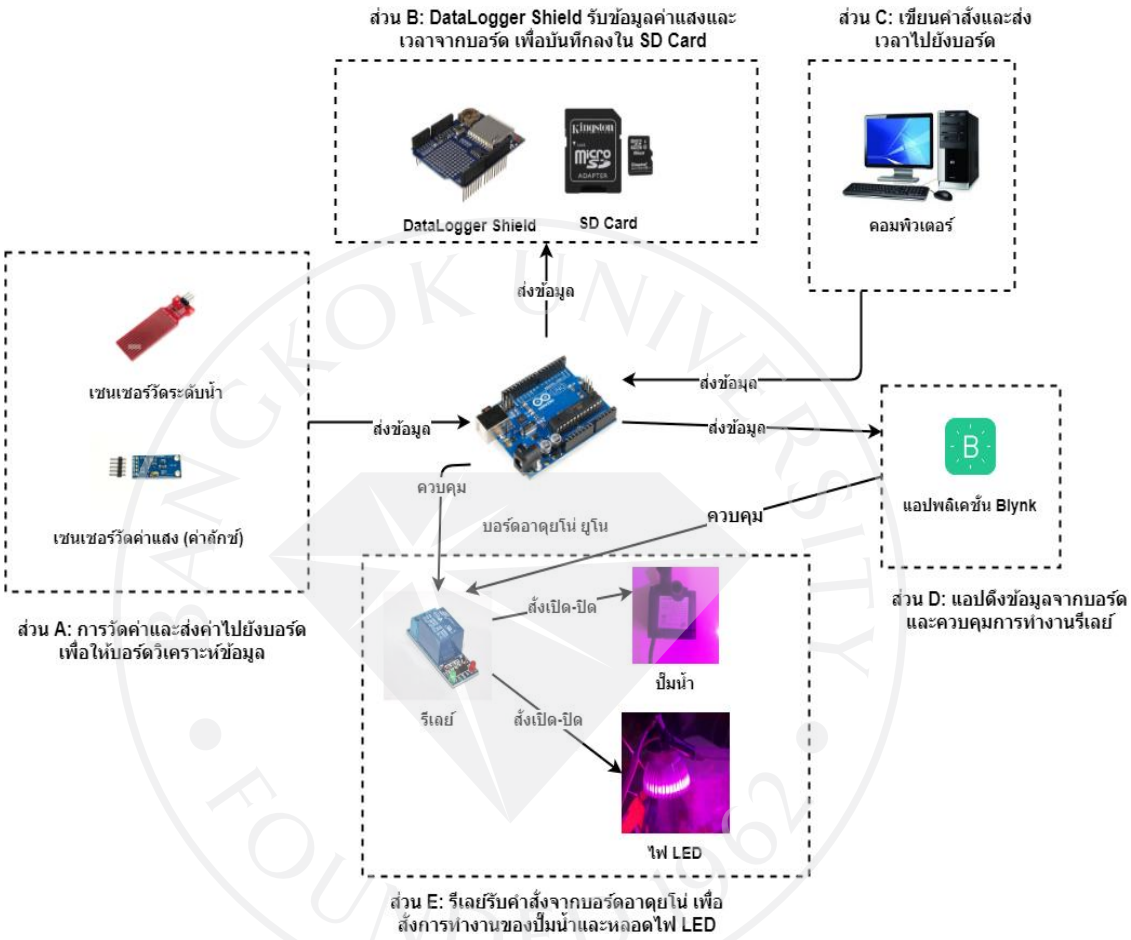
เซนเซอร์วัดค่าแสง



เซนเซอร์วัดระดับน้ำ

3.2 การสร้างและกำหนดการทำงานระบบปลูกผักไฮโดรโปนิกส์แบบอัตโนมัติ

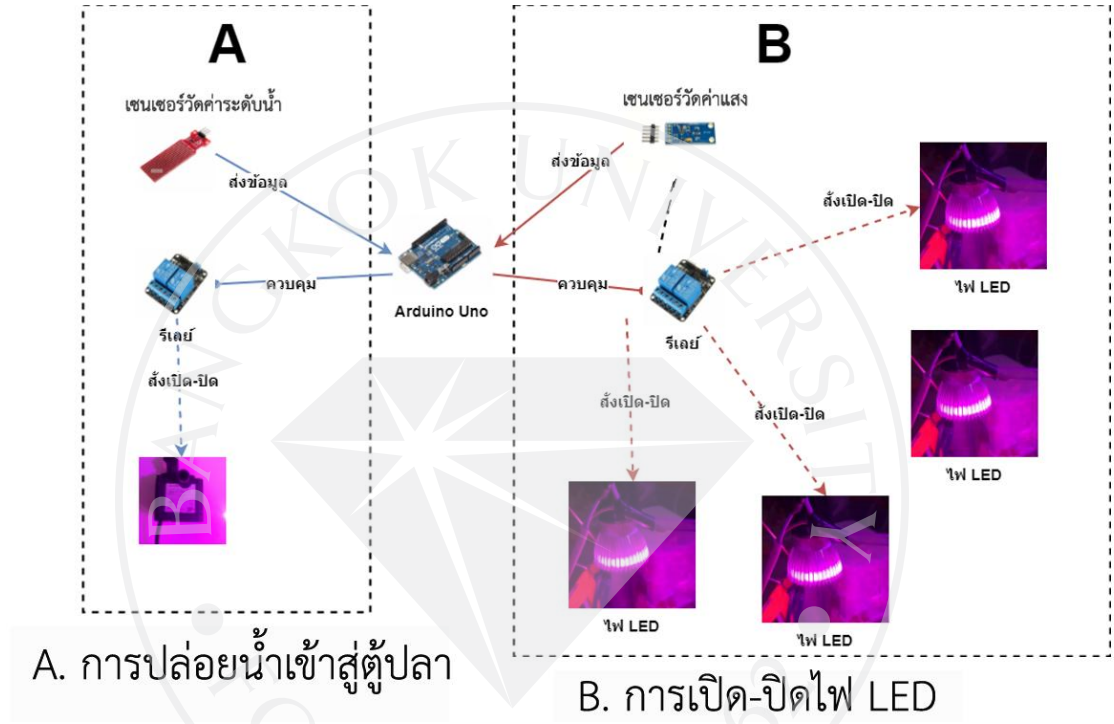
ภาพที่ 3.6: ภาพรวมของระบบระบบปลูกผักไฮโดรโปนิกส์แบบอัตโนมัติ



จากภาพ 3.6 ในภาพรวมของระบบมี ดังนี้ สร้างระบบปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ด้วยอาดุยโน่ ยูโน่ อาร์ 3 (Arduino Uno R3) โดยรับค่าความเข้มของแสง (ลักซ์) จากเซนเซอร์วัดค่าแสง (GY-30 Ambient Light Illuminace Level Sensor Module) เพื่อสั่งควบคุมรีเลย์ให้เปิด-ปิดไฟ LED รับค่าระดับน้ำเป็นอนาล็อกจากเซนเซอร์วัดระดับน้ำ (Water Level Sensor) เพื่อสั่งควบคุมรีเลย์ให้เปิด-ปิดการปล่อยน้ำลงตู้ โดยตัวบอร์ดอาดุยโน่จะประกอบเข้ากับ DataLogger Shield เพื่อเก็บข้อมูลในเรื่องแสงที่ผักสลัดได้รับ และเชื่อมต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์ผ่านสาย USB เพื่อที่จะเก็บเวลา วัน/เดือน/ปี คอมพิวเตอร์ และใช้โปรแกรม ArduinoIDE ในคอมพิวเตอร์เขียนคำสั่งลงไปยังบอร์ด ทั้งนี้ระบบยังสามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้โดยการติดอุปกรณ์ Wi-Fi Module ESP8266 ที่เป็นตัวรับไวไฟ เข้ากับบอร์ดอาดุยโน่ ทำให้ระบบสามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้ โดยการเชื่อมต่อ

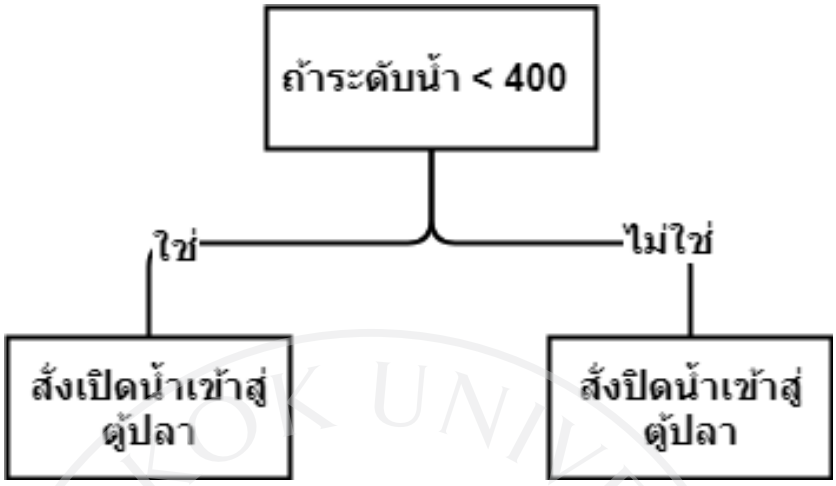
อินเทอร์เน็ตมีไว้เชื่อมเข้ากับแอปพลิเคชั่นในสมาร์ทโฟนที่ชื่อว่า Blynk ซึ่งเป็นแอปพลิเคชั่นที่มีอยู่แล้วในสมาร์ทโฟน โดยแอปพลิเคชั่นมีหน้าที่สั่งปิด-เปิดรีเลย์ และโชว์ค่าต่างๆของระบบแบบเรียลไทม์ โดยการทำงานของระบบจะแบ่งป็นส่วนๆ ดังนี้

ภาพที่ 3.7: รูปแบบการทำงานของระบบปลูกผักไฮโดรโปรนิกส์



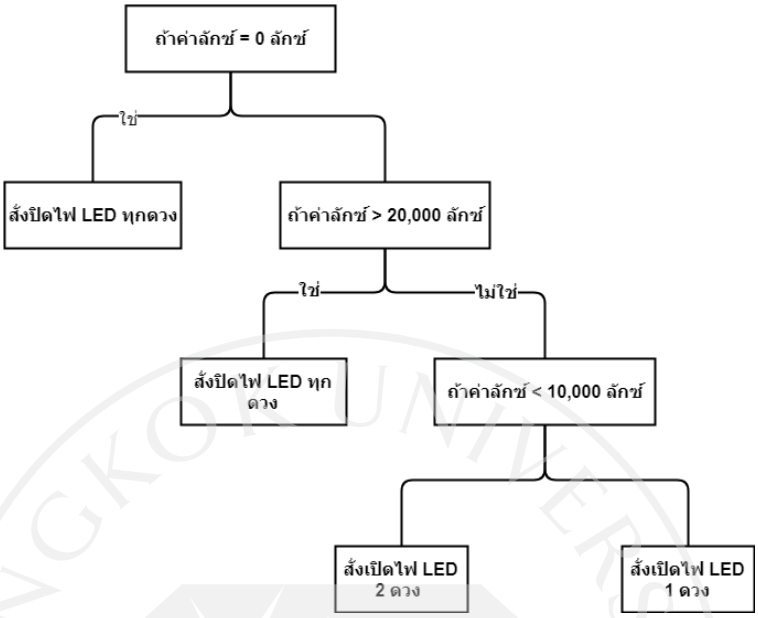
จากภาพ 3.7 บอร์ดอาดุยโน่ ยูโน่ เป็นตัวกลางในการรับค่าจากเซนเซอร์ไปควบคุมและสั่งงานรีเลย์ โดยมีการทำงานอยู่ 2 ส่วน คือ ส่วน A การปล่อยน้ำเข้าสู่ตู้ปลา การทำงานมีดังนี้ บอร์ดอาดุยโน่ ยูโน่ รับค่าจากเซนเซอร์วัดระดับน้ำซึ่งให้ค่าเป็นค่าอนาล็อก เมื่อค่าของระดับน้ำในตู้ปลานั้นต่ำกว่า 400 อาดุยโน่ ยูโน่ จะสั่งให้รีเลย์ทำงานปล่อยน้ำเข้าสู่ตู้ปลา จนกว่าระดับน้ำนั้นจะมีค่าเท่ากับหรือมากกว่า 400 จากนั้นจึงจะสั่งให้รีเลย์หยุดการทำงาน หยุดการปล่อยเข้าตู้ปลา สาเหตุตั้งค่าอนาล็อกไว้ที่ 400 เพราะ 400 เป็นค่าสูงสุดที่เซนเซอร์รับได้ แต่ค่าอาจจะสวิงบ้าง ดังภาพที่ 3.8

ภาพที่ 3.8: การทำงานในส่วน A

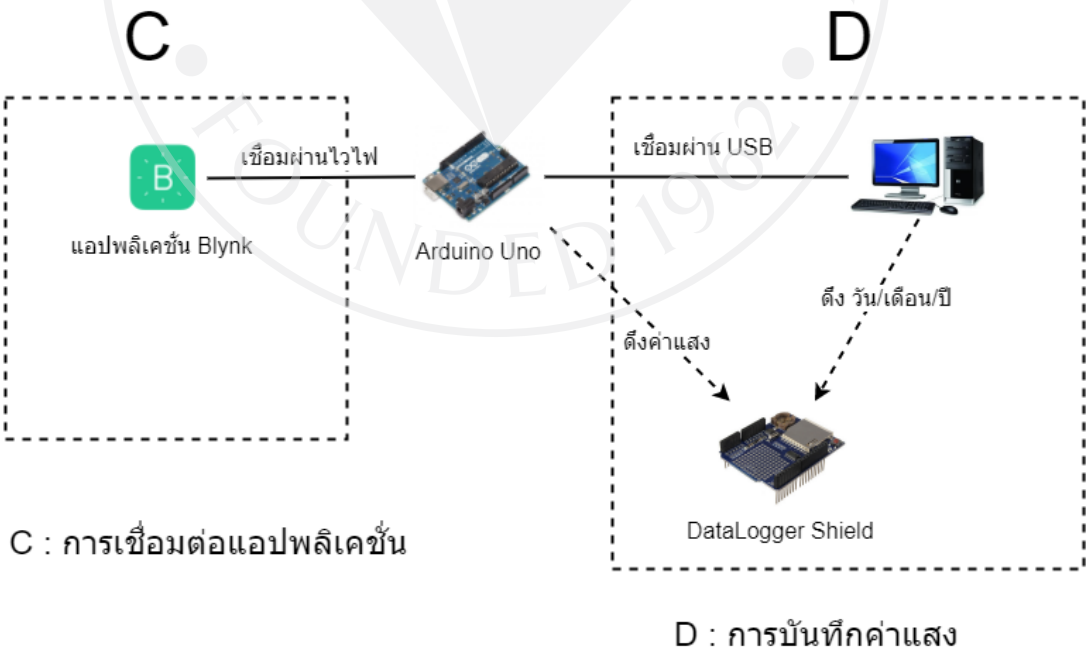


ส่วน B การเปิด-ปิดไฟ LED โดยจะแบ่งการทำงานของไฟ LED ออกเป็น 2 ส่วน ส่วนละ 2 หลอด เพื่อที่จะทำให้ผักสลัดได้รับแสงอย่างทั่วถึง และมีหลักการทำงานเหมือนกัน ดังนี้ คือ บอร์ดอาดุยโน่ ยู โน่ รับค่าจากเซนเซอร์วัดแสง ซึ่งให้ค่าเป็นค่าความเข้มของแสงมีหน่วยเป็นลักซ์ เมื่อค่าความเข้มของ แสงแดดนั้นเท่ากับ 0 อาดุยโน่ ยูโน่ จะสั่งให้รีเลย์ทำงานปิดไฟ LED ดวง เพราะถ้าค่าลักซ์เท่ากับ 0 นั้นแสดงว่าเป็นเวลากลางคืน แต่ถ้าค่าความเข้มของแสงแดดนั้นมากกว่า 20,000 ลักซ์ อาดุยโน่ ยูโน่ จะสั่งให้รีเลย์ทำงานปิดไฟ LED ดวงเช่นกัน เพราะ 20,000 ลักซ์นั้นเป็นค่าแสงที่อยู่ในช่วงของค่าแสง ที่ผักสลัดต้องการแล้ว จนกว่าค่าความเข้มของแสงแดดมีค่าน้อยกว่า 10,000 ลักซ์ อาดุยโน่ ยูโน่ จึง จะสั่งให้รีเลย์เปิดไฟ LED 2 ดวง เพื่อเพิ่มค่าลักซ์ให้อยู่ในช่วงของค่าแสงที่ผักสลัดต้องการ โดยไฟ LED 2 ดวง มีค่าลักซ์อยู่ที่ประมาณ 10,000 ลักซ์ และถ้าค่าความเข้มของแสงแดดมีค่ามากกว่า 10,000 ลักซ์ อาดุยโน่ ยูโน่ จึง จะสั่งให้รีเลย์เปิดไฟ LED 1 ดวง เพื่อเพิ่มค่าลักซ์ให้อยู่ในช่วงของค่าแสงที่ผักสลัดต้องการ ดังภาพที่ 3.9

ภาพที่ 3.9: การทำงานในส่วน B



ภาพที่ 3.10: รูปแบบการทำงานของระบบปลูกผักไฮโดรโปรนิกส์(2)

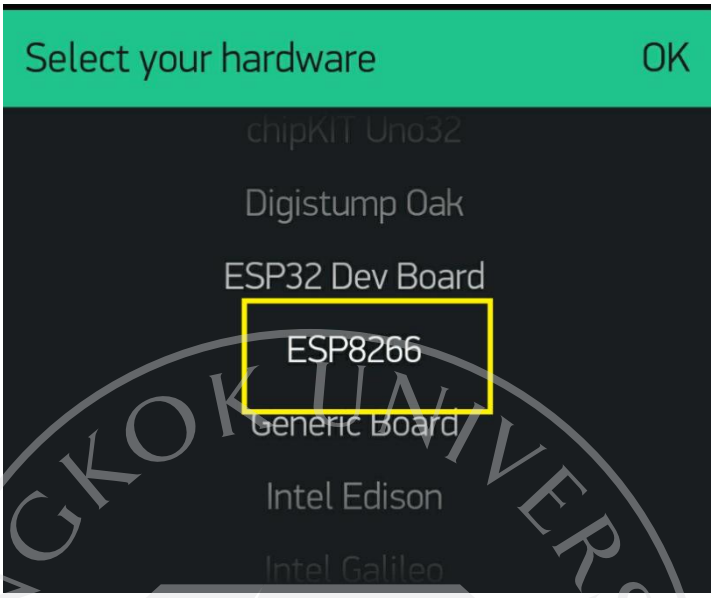


จากภาพที่ 3.10 บอร์ดอาดุยโน่ ยูโน่ เป็นตัวกลางในการรับค่าจากเซนเซอร์ไปส่งค่าจากเซนเซอร์ไปยังส่วน C และส่วน D โดยการทำงานของ 2 ส่วนนี้มีดังนี้ ส่วนที่ C การเชื่อมต่อแอปพลิเคชั่น Blynk ซึ่งจะอธิบายในหัวข้อที่ 3.3 โดยผ่านทางอินเทอร์เน็ต โดยมีอุปกรณ์ที่สามารถทำให้ระบบปลูกผักไฮโดรโปนิกส์แบบอัตโนมัติ คือ Wi-Fi Module ESP8266 ส่วน D การบันทึกค่าแสง ในส่วนนี้บอร์ดจะประกอบเข้ากับ DataLogger Shield โดยตัว DataLogger Shield นั้นมีรูปแบบการบันทึก คือ ดึงข้อมูลค่าลักซ์และข้อมูล วัน/เดือน/ปี เวลา จากตัวบอร์ดอาดุยโน่ โดยในการดึงข้อมูล วัน/เดือน/ปี เวลา นั้นสามารถทำได้ 2 วิธี คือ วิธีที่ 1.เซ็ต วัน/เดือน/ปี เวลา ให้กับบอร์ดอาดุยโน่ก่อน เพื่อทำให้บอร์ดอาดุยโน่รู้จักข้อมูลก่อน จากนั้นก็สามารถดึงค่า วัน/เดือน/ปี เวลา ได้จากอาดุยโน่เลย วิธีที่ 2.ดึงค่า วัน/เดือน/ปี เวลา มาจากคอมพิวเตอร์ ในกรณีนี้บอร์ดต้องเชื่อมกับคอมพิวเตอร์ผ่านสาย USB เพื่อที่จะดึงข้อมูล วัน/เดือน/ปี เวลา จากคอมพิวเตอร์มายังตัวบอร์ดอาดุยโน่ เมื่อตัว DataLogger Shield ที่ข้อมูล 2 ชนิดนี้แล้ว ก็จะทำการบันทึกลงใร SD Card ที่เสียบอยู่กับตัว DataLogger Shield โดยการบันทึกข้อมูลของตัว DataLogger Shield จะอธิบายในหัวข้อที่ 3.4

3.3 ขั้นตอนการสร้างฟังก์ชั่นในแอพพลิเคชัน Blynk

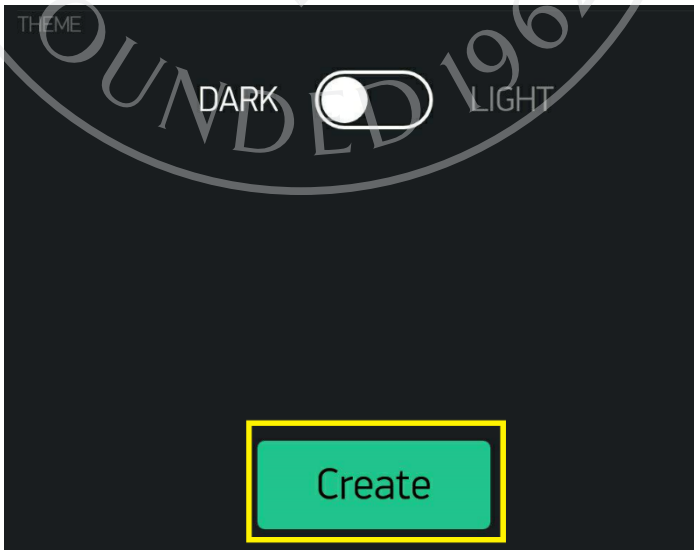
แอปพลิเคชั่น Blynk ที่มีอยู่แล้วในสมาร์ทโฟนระบบปฏิบัติการ IOS และ Android ซึ่งสามารถโหลดมาใช้งานได้โดยไม่ต้องเสียเงิน ในการเชื่อมต่อแอปพลิเคชั่นนั้นจะแบ่งขั้นตอนออกเป็น 2 ฝั่ง คือ ฝั่งแอปพลิเคชั่นในสมาร์ทโฟน และฝั่งตัวโปรแกรมที่อยู่ในคอมพิวเตอร์ โดยการเชื่อมต่อในฝั่งแอปพลิเคชั่นทำได้โดยการสมัครสมาชิกในแอปพลิเคชั่นเมื่อสมัครสมาชิกแล้ว ก็จะเข้าไปในหน้าแอพพลิเคชั่น โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้ ขั้นตอนที่ 1.ทางแอปพลิเคชั่นจะให้เลือกบอร์ดที่ใช้ในการเชื่อมต่อ ดังภาพที่ 3.11

ภาพที่ 3.11: ขั้นตอนการเชื่อมต่อแอปพลิเคชั่น Blynk (1)



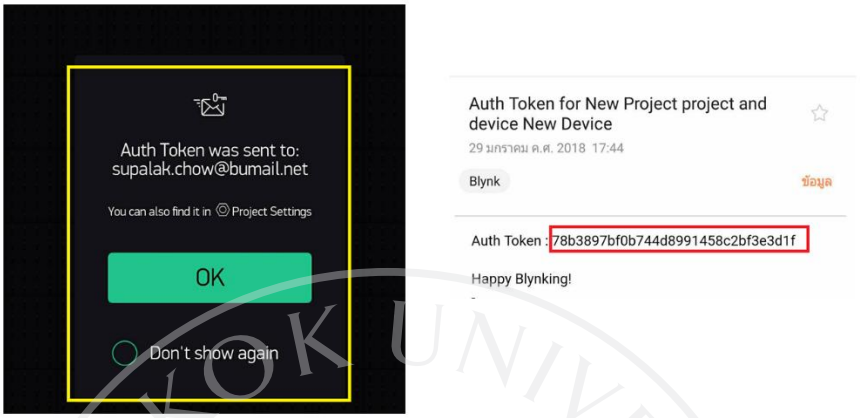
ขั้นตอนที่ 2.เมื่อเลือกบอร์ดแล้ว ตัวแอปพลิเคชั่นก็จะให้กดที่ไป Create เพื่อสร้างระบบ ในส่วนนี้นั้นสามารถเลือก Theme ได้ด้วยว่าต้องการสีอะไร ระหว่างดำกับขาว ดังภาพที่ 3.12

ภาพที่ 3.12: ขั้นตอนการเชื่อมต่อแอปพลิเคชั่น Blynk (2)



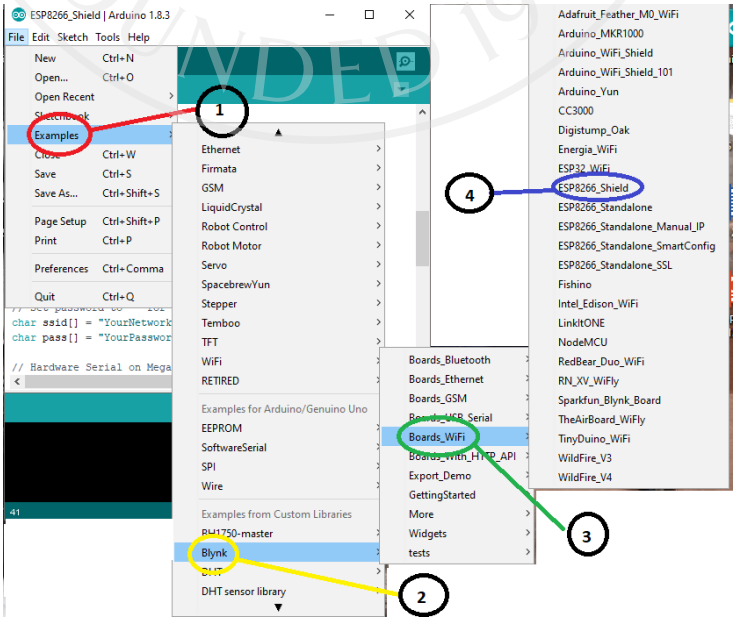
ขั้นตอนที่ 3.เมื่อกด Create แล้ว ตัวแอปพลิเคชั่นนั้นจะส่งโค๊ดที่เอาไว้เชื่อมต่อกับระบบให้ โดยจะส่งมาทางอีเมล์ที่กรอกตอนสมาชิกสมาชิก เมื่อได้โค๊ดจากทางแอปพลิเคชั่นแล้ว ดังภาพที่ 3.13

ภาพที่ 3.13: ขั้นตอนการเชื่อมต่อแอปพลิเคชั่น Blynk (3)



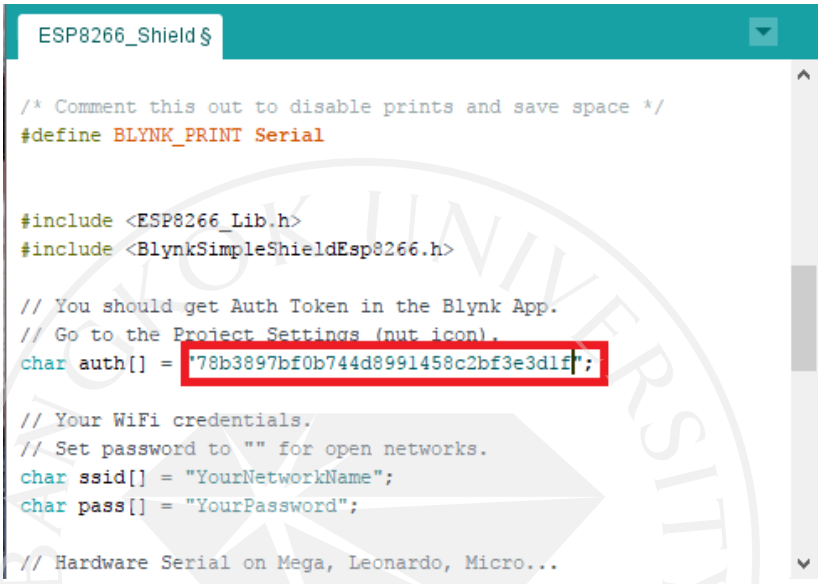
ในฝั่งโปรแกรมในคอมพิวเตอร์ ด้วยดาวน์โหลด Library ของ Blynk มาก่อน จากนั้นแตกไฟล์ลงไปในโฟลเดอร์ Library ของเรา จากนั้น เปิดโปรแกรม ArduinoIDE โดยมีขั้นตอน ดังต่อไปนี้ ขั้นตอนที่ 1.เลือกแถบเมนู ดังต่อไปนี้ คือ exemple > blynk แล้วเลือกบอร์ดที่ต้องการเชื่อมต่อ ดังภาพที่ 3.14

ภาพที่ 3.14: ขั้นตอนการเชื่อมต่อแอปพลิเคชั่น Blynk (4)



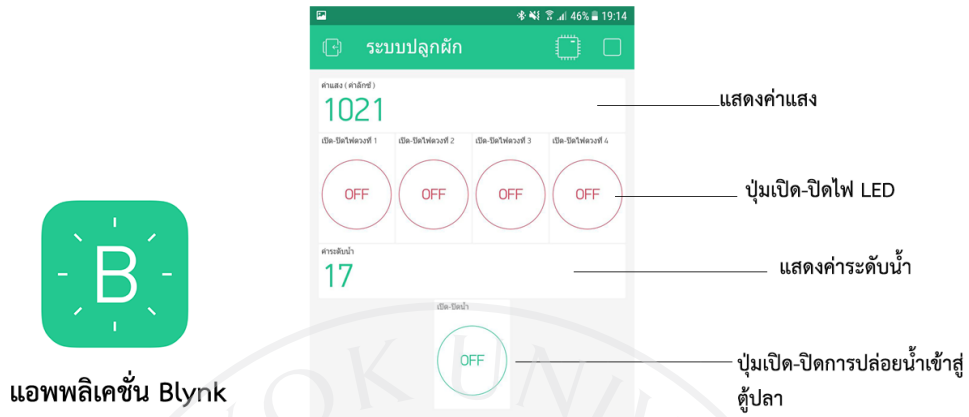
ขั้นตอนที่ 2.จากนั้นก็นำโค๊ดมาใส่ไว้ในโปรแกรมของระบบ เป็นอันเสร็จการเชื่อมต่อ ดังภาพที่ 3.15

ภาพที่ 3.15: ขั้นตอนการเชื่อมต่อแอปพลิเคชั่น Blynk (5)



โดยแอปพลิเคชั่นนี้มีความสามารถคือ สามารถรับค่าต่างๆจากบอร์ดอาดุยโน่และแสดงค่านั้นๆได้ สามารถสั่งการเปิด-ปิดการทำงานของบอร์ดอาดุยโน่ได้ สามารถเชื่อมกับบอร์ดอาดุยโน่ผ่านทางอินเทอร์เน็ตได้โดยไม่ต้องอยู่ในวงอินเทอร์เน็ตเดียวกันก็ได้ ทำให้สามารถดูค่าต่างๆและสั่งการทำงานของบอร์ดอาดุยโน่ได้จากทุกที่ที่มีอินเทอร์เน็ตได้ สาเหตุที่เลือกแอปพลิเคชั่นนี้ เพราะหน้าตาของ IU (User Interface) ที่สวยและหน้าใช้ สามารถกำหนดส่วนต่างๆได้ตามความต้องการของผู้ใช้ตัวแอปพลิเคชั่นใช้ง่ายงาน และการเชื่อมต่อกับตัวบอร์ดอาดุยโน่ก็ง่ายด้วยเช่นกัน ในการนำมาประยุกต์ใช้กับระบบปลูกผักไฮโดรโปนิกส์แบบอัตโนมัติที่สร้างนั้นจะกำหนดฟังก์ชั่นในตัวแอปพลิเคชั่นว่ามีอะไรบ้าง โดยกำหนดในตัวแอปพลิเคชั่นมีทั้งหมด 4 ฟังก์ชั่น ดังนี้ ฟังก์ชั่นที่ 1. แอพพลิเคชั่นสามารถแสดงค่าแสง (ลักซ์) และค่าระดับน้ำโดยจะเป็นเก็บเป็นค่าอนาล็อกได้ ฟังก์ชั่นที่ 2.แอพพลิเคชั่นสามารถสั่งเปิด-ปิดไฟ LED และเปิด-ปิดการปล่อยน้ำเข้าสู่ตู้ปลาได้ ฟังก์ชั่นที่ 3. แอพพลิเคชั่นสามารถดูค่าแสง ค่าระดับน้ำ และสั่งงานได้ทุกทีผ่านไวไฟ หรืออินเทอร์เน็ตบนสมาร์ทโฟนได้ ฟังก์ชั่นที่ 4.แอพพลิเคชั่นแสดงผลและทำงานแบบเรียลไทม์ โดยแอพพลิเคชั่นมีหน้าตา ดังภาพที่ 3.16

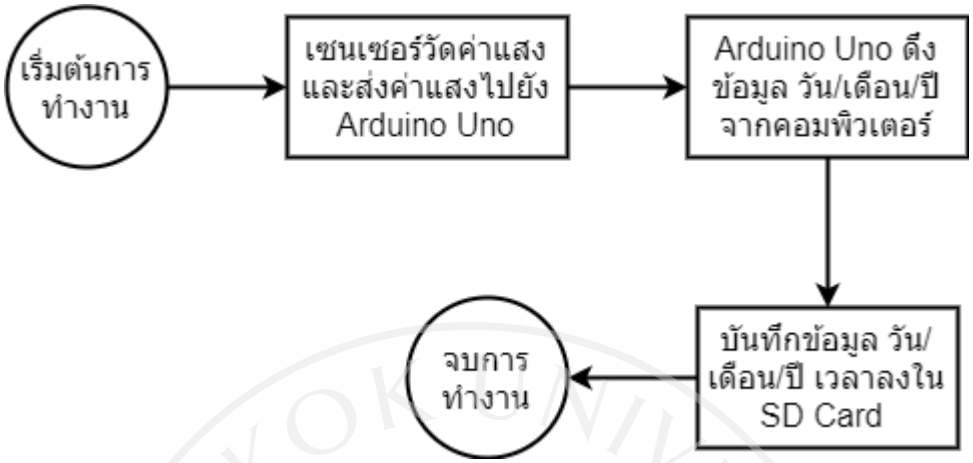
ภาพที่ 3.16: หน้าตาแอปพลิเคชั่น Blynk



3.4 วิธีการวัดผลการวิจัย

ในขั้นตอนนี้จะมีวิธีการเก็บข้อมูลค่าแสงเพื่อมาใช้ในการเปรียบเทียบค่าแสงที่ผักสลัดได้รับระหว่างผักที่ปลูกในระบบและผักที่ปลูกแบบวิธีธรรมดา ดังนี้ ในการเก็บข้อมูลนั้นจะใช้ Data Logger Shield คือ Shield ที่มีช่องใส่ SD Card สามารถบันทึกข้อมูลต่างๆไว้ใน SD Card ได้จะประกอบเข้ากับอาดุยโน่ ยูโน่ เละเก็บข้อมูลไว้ใน SD Card มีหลักการทำงาน ดังนี้ อาดุยโน่ ยูโน รับค่าความเข้มของแสง (ลักซ์) มาจากเซนเซอร์วัดแสงและดึงค่าเวลา วัน/เดือน/ปี มาจากคอมพิวเตอร์เพราะเนื่องจากอาดุยโน่ ยูโน่ ต้องใช้เซนเซอร์นาฬิกาเข้ามาติด นอกจากนั้นเวลาในคอมพิวเตอร์นั้นให้เวลาที่แม่นยำกว่า จากนั้นจะสั่งให้ Data Logger Shield บันทึกค่าลักซ์ลงใน SD Card โดยจะบันทึกข้อมูลทุกๆชั่วโมง ดังภาพที่ 3.17 โดยเก็บข้อมูลในเวลา 07.00 ถึง 18.00 หาค่าเฉลี่ยในแต่ละชั่วโมงมาเปรียบเทียบเป็นเวลา 120 ชั่วโมง (10 วัน)

ภาพที่ 3.17: การเก็บข้อมูลค่าแสง



ในการทดลองจะเป็นการเปรียบเทียบกันอยู่ 3 ขอ คือ 1.ค่าแสงที่ผักสลัดได้รับ โดยจะใช้เวลาเก็บข้อมูล 10 วัน 2.คุณภาพของผักสลัดระหว่างผักสลัดที่ปลูกในระบบและผักสลัดที่ปลูกแบบวิธีธรรมดา โดยจะเปรียบเทียบกันเมื่อผักสลัดโตเต็มที่แล้ว 3.จำนวนครั้งให้การเติมน้ำเข้าสู่แปลงผัก ระหว่างผักสลัดที่ปลูกในระบบและผักสลัดที่ปลูกแบบวิธีธรรมดา โดยกำหนดผักสลัดที่ปลูก คือ กรีนโอ๊ค โดยจะเลือกบริเวณห้องที่แสงส่องเข้ามาถึงมากที่สุดนั้นก็ คือบริเวณใกล้หน้าต่าง โดยตั้งผักสลัดที่ปลูกในระบบและผักสลัดที่ปลูกด้วยวิธีธรรมดาไว้ในจุดที่ใกล้เคียงกัน และควบคุมตัวแปรให้เหมือนกัน ตัวแปรที่ 1.ควบคุมการให้สารละลายแร่ธาตุให้มีปริมาณเท่ากัน คือ 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร ต่อน้ำ 1 ลิตร ตัวแปรที่ 2.อุณหภูมิ ณ ขณะที่ทำการทดลอง คือ อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยอยู่ที่ 26 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยอยู่ที่ 33 องศาเซลเซียส ปลูกพร้อมกัน และสภาพอากาศใน ณ ขณะที่ทำการทดลอง คือ ในบางวันมีฝนตก จึงต้องปิดหน้าต่าง ทำให้แสงที่เข้ามาในบริเวณที่ทำการทดลองมีปริมาณที่น้อยในบางวัน ในทุกๆชั่วโมงจะเก็บค่าแสงแดดเป็นเวลา 10 วัน

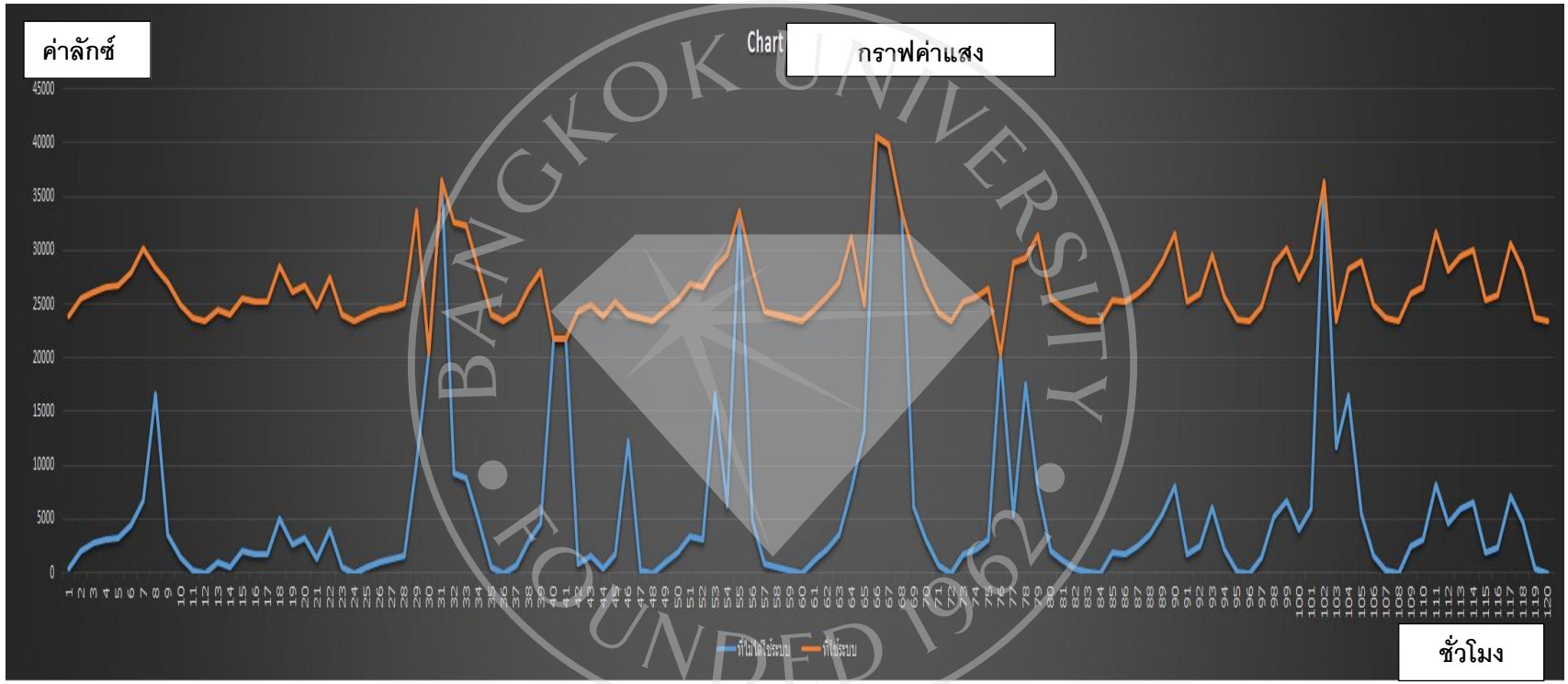
บทที่ 4
ผลการวิจัย

ผลวิจัยในการทดลองปลูกผักสลัดในคอนโดหรือห้องเช่าที่เปรียบเทียบกันระหว่างการปลูกผักสลัดในระบบปลูกผักสลัดไฮโดรโปนิกส์แบบอัตโนมัติกับการปลูกผักสลัดไฮโดรโปนิกส์แบบวิธีธรรมดา โดยจะเปรียบเทียบกัน 3 ข้อ คือ 1.ผลของค่าความเข้มของแสง (ลักซ์) ระหว่างผักสลัดที่ปลูกในระบบปลูกผักไฮโดรนิกส์แบบอัตโนมัติกับที่ปลูกแบบวิธีธรรมดา 2.เปรียบเทียบคุณภาพของผักสลัดที่ปลูกในระบบปลูกผักไฮโดรนิกส์แบบอัตโนมัติกับที่ปลูกแบบวิธีธรรมดา 3.จำนวนครั้งให้การเติมน้ำเข้าสู่แปลงผักระหว่างผักสลัดที่ปลูกในระบบและผักสลัดที่ปลูกแบบวิธีธรรมดา ดังนี้

4.1 ผลของค่าความเข้มของแสง (ลักซ์) ระหว่างผักสลัดที่ปลูกในระบบปลูกผักไฮโดรนิกส์แบบอัตโนมัติกับที่ปลูกแบบวิธีธรรมดา

จากการทดลองปลูกผักสลัดในคอนโดหรือห้องเช่าโดยเปรียบค่าความเข้มของแสง (ลักซ์) ระหว่างผักสลัดที่ปลูกในระบบปลูกผักไฮโดรนิกส์กับที่ปลูกแบบวิธีธรรมดา เก็บข้อมูลในเวลา 07.00 ถึง 18.00 ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2561 โดยหาค่าเฉลี่ยในแต่ละชั่วโมงมาเปรียบเทียบ เป็นเวลา 120 ชั่วโมง (10 วัน) ผลการทดลองพบว่า ผักที่ปลูกในระบบได้รับแสง (เส้นสีส้ม) ที่อยู่ในช่วง 20000 – 40000 ลักซ์ ซึ่งเป็นค่าแสงเหมาะแก่การปลูกผักสลัด และสามารถรักษาช่วงของค่าแสงที่เหมะแก่การช่วงผักสลัดได้อย่างสม่ำเสมอ ส่วนผักสลัดที่ปลูกแบบวิธีธรรมดาได้รับแสง (เส้นสีน้ำเงิน) ต่ำกว่าช่วงของค่าแสงที่เหมาะแก่การปลูก และยังได้รับแสงที่ไม่สม่ำเสมอ โดยค่าแสงเบี่ยงเบนมาตรฐานของผักสลัดที่ปลูกในระบบ คือ 8.83 % และผักสลัดที่ปลูกแบบวิธีธรรมดา คือ 21.66 % ทั้งยังพบอีกว่า เมื่อเทียบกับระบบที่มีอยู่ในปัจจุบันระบบที่สร้างขึ้นมีอุปกรณ์ที่ใช้น้อยกว่าและมีต้นทุนมีราคาถูกกว่า ทั้งนี้ยังพบอีกว่า ผักที่ปลูกในคอนโด โดยระบบที่สร้างขึ้นนั้นใช้เวลาในการปลูก 40 วัน ซึ่งใช้เวลาโตน้อยกว่าผักที่ปลูกวิธีธรรมดาที่ต้องใช้เวลานานถึง 50 วัน คุณภาพของผักสลัดที่ปลูกในระบบเมื่อเทียบกับผักที่ปลูกด้วยวิธีธรรมดาไม่ใช้ที่ระบบสร้างขึ้น ดังภาพที่ 4.1

ภาพที่ 4.1: ผลลการทดลองการเปรียบเทียบค่าแสง



4.2 เปรียบเทียบคุณภาพของผักสลัดที่ปลูกในระบบปลูกผักไฮโดรนิกส์แบบอัตโนมัติกับที่ปลูกแบบวิธีธรรมดา

ผลจากการทดลองพบว่า ในวันที่ 5 จะเห็นความแตกต่างกัน โดยผักสลัดที่ปลูกปลูกด้วยวิธีธรรมดานั้นจะไม่แข็งแรง ลำต้นจะยืดคล้ายต้นถั่วงอก โดยเป็นการยืดเพื่อไปหาแสงแดด ในขณะที่ทางผักสลัดที่ปลูกในระบบจะแข็งแรง ลำต้นจะไม่ยืด เพราะได้แสงที่เพียงพอ

ภาพที่ 4.2: ผลลการทดลองการเปรียบเทียบคุณภาพของผักสลัดภาพของผักสลัด

วันที่ 9 นั้นใบที่ 3 ของผักสลัดงอกออกมาแล้ว ปรากฏว่าผักสลัดที่ปลูกด้วยวิธีธรรมดา ใบที่ 3 ที่งอกออกมานั้นใบก็ยืดมาก เป็นเพราะแสงไม่เพียงพอ ในขณะที่ผักสลัดที่ปลูกในระบบใบนั้นปกติ

ภาพที่ 4.3: ผลลการทดลองการเปรียบเทียบคุณภาพของผักสลัด (2)

วันที่ 13 ใบที่ 4 ของผักสลัดเริ่มงอก

ภาพที่ 4.4: ผลลการทดลองการเปรียบเทียบคุณภาพของผักสลัด (3)

ภาพที่ 4.5: ผลลการทดลองการเปรียบเทียบคุณภาพของผักสลัด (4)

จนในวันที่ 22 ใบที่ 5 ของผักสลัดทั้ง 2 แปลงก็งอกออกมา แต่ลักษณะของผักสลัดทั้ง 2 แปลงนั้นแตกต่างกันมากจนสังเกตได้ ดังภาพที่ 4.6

ภาพที่ 4.6: ผลลการทดลองการเปรียบเทียบคุณภาพของผักสลัด (5)

ภาพที่ 4.7: ผลลการทดลองการเปรียบเทียบคุณภาพของผักสลัด (6)

ภาพที่ 4.8: ผลลการทดลองการเปรียบเทียบคุณภาพของผักสลัด (7)

ภาพที่ 4.9: ผลลการทดลองการเปรียบเทียบคุณภาพของผักสลัด (8)

จนกระทั้งวันที่ผักสลัดโตเต็มที่ โดยผักสลัดที่ปลูกในระบบใช้เวลาประมาณ 45 วัน ในขณะที่ผักสลัดที่ปลูกแบบวิธีธรรมดาใช้เวลาประมาณ 55 วัน โดยผักสลัดที่ปลูกในระบบให้เวลาเร็วกว่าผักสลัดที่ปลูกแบบวิธีธรรมดา ประมาณ 10 วัน

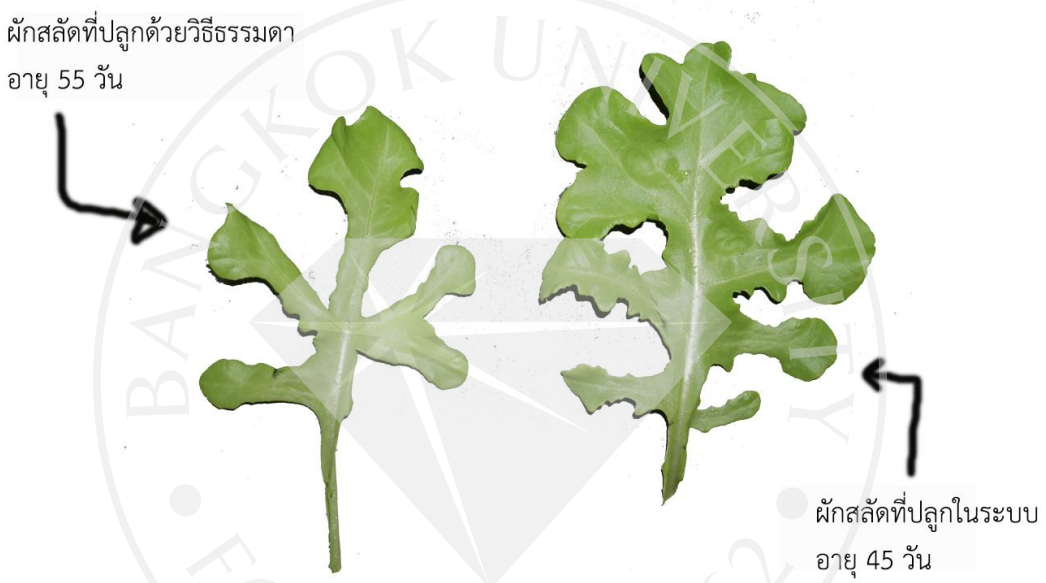
ภาพที่ 4.10: เปรียบเทียบลำต้นของผักสลัด

ผักสลัดที่ปลูกด้วยวิธีธรรมดา
อายุ 55 วัน

ผักสลัดที่ปลูกในระบบ
อายุ 45 วัน

จากภาพที่ 4.3 เมื่อผักสลัดโตเติบที่แล้ว พบว่าลำต้นของผักสลัดที่ปลูกด้วยวิธีธรรมดาทางด้านซ้ายของภาพมีลักษณะลำต้นเล็กและความยาวของลำต้นยาวถึง 26 เซนติเมตร สาเหตุที่ลำต้นยืดขนาดนี้ เพราะเนื่องจากแสงแดดไม่พอต่อความต้องการของผัก ในขณะที่ผักสลัดที่ปลูกด้วยระบบที่สร้างขึ้นทางด้านขวาของภาพ มี ลักษณะลำต้นที่ปล่องและไม่ยาวมาก โดยความยาวของลำต้นอยู่ที่ 3 เซนติเมตร

ภาพที่ 4.11: เปรียบเทียบใบผักสลัด



4.3 การเปรียบเทียบจำนวนครั้งให้การเติมน้ำเข้าสู่แปลงผักสลัดระหว่างผักสลัดที่ปลูกในระบบและผักสลัดที่ปลูกแบบวิธีธรรมดา

ผลจากการทดลองพบว่า แปลงของผักสลัดที่ปลูกผักสลัดด้วยวิธีธรรมดานั้นจะต้องคอยเติมน้ำเข้าสู่แปลงผัก เฉลี่ยแล้วอยู่ที่ 2 วันต่อการเติมน้ำ 1 ครั้ง ทั้งนี้ยังขึ้นอยู่กับสภาพอากาศด้วย ถ้าวันไหนอากาศร้อน น้ำในแปลงก็จะระเหยเร็วเป็นพิเศษ ทำให้ผู้ใช้ต้องคอยดูระดับน้ำตลอดเวลา ในขณะที่แปลงผักที่ปลูกผักสลัดในระบบ การเติมน้ำเข้าสู่แปลงผักสลัดนั้นเติมเพียงครั้งเดียว เพราะตัวระบบมีเซนเซอร์วัดระดับน้ำ เมื่อระดับน้ำลดต่ำกว่าระดับที่ตั้งไว้ ระบบก็จะสั่งให้ปั๊มน้ำปล่อยน้ำเข้าสู่แปลงผักสลัดแบบอัตโนมัติ ทำให้ผู้ใช้ไม่ต้องคอยกังวลเรื่อง ผักสลัดได้รับน้ำเพียงพอหรือไม่ ทำให้เกิดความสะดวกแก่ผู้ใช้เป็นอย่างมาก

บทที่ 5
สรุปผลการศึกษา และข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต

สรุปการวิจัย เรื่อง ระบบปลูกผักไฮโดรโปรนิกส์แบบอัตโนมัติ โดยสามรถสรุปการวิจัยได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

การปลูกผักสลัดด้วยวิธีการปลูกแบบไฮโดรโปนิกส์ นั้นเมื่อนำมาปลูกในคอนโด หรือห้องเช่าแล้ว พบ ปัญหานั้นก็คือ แสงแดดไม่เพียงพอต่อความต่อการของผักสลัด ซึ่งผักสลัดนั้นเป็นพืชที่ต้องการแสงแดดใน ปริมาณที่มาก สาเหตุที่ในคอนโด หรือห้องเช่านั้นแสงแดดไม่เพียงพอนั้นเกิดจากในบางห้องอยู่ตรงจุดอับของตึก หรือโดนตึกที่สร้างใกล้เคียงกันบังแสงแดด ทำให้ผู้ทำวิจัยจึงอยากที่จะนำเทคโนโลยีใด เทคโนโลยีหนึ่งมา ใช้ โดยเทคโนโลยีที่เลือกนั้น คือ อาดุยโน่ เพราะเป็นเทคโนโลยีที่ใช้งานง่าย และมีราคาที่ถูก เพื่อให้คนใน คอนโด หรือห้องเช่า สามารถปลูกผักสลัดได้ โดยไม่ต้องกังวลในเรื่องแสงแดด เพิ่มความสะดวกสบายให้แก่ ผู้ใช้งาน ทั้งยังทำให้ได้ผักสลัดที่มีคุณภาพที่ใกล้เคียงกับผักที่ปลูกในกลางแจ้ง โดยศึกษาระบบที่มีอยู่แล้วใน ปัจจุบันจากผู้ที่นำเทคโนโลยีนี้มาใช้ประยุกต์เข้ากับการเกษตรกรรม และดึงข้อดี และข้อเสียของแต่ละระบบ มาสร้างและพัฒนาจนเกิดเป็นงานวิจัยนี้

โดยงานวิจัยนี้จะนำเสนอระบบที่ทำให้สามารถปลูกผักสลัดในคอนโด หรือห้องเช่าได้ และต้นทุนในการสร้างที่ถูก โดยระบบที่สร้างนั้น คือระบบปลูกผักสลัดไฮโดรโปนิกส์แบบอัตโนมัติ โดยสร้างเป็น ระบบน้ำนิ่งไว้ในตู้ปลาขนาด 24 นิ้ว เพื่อลดอุปกรณ์ในการสร้างให้มากที่สุด และสามารถขนย้ายได้อย่าง สะดวก โดยระบบมีการทำงานแบ่งออกเป็น 4 ส่วน คือ ส่วนที่ 1.การปล่อยน้ำเข้าสู่ตู้ปลา โดยการทำงานมี ดังนี้ บอร์ดอาดุยโน่รับค่าระดับน้ำมาจากเซนเซอร์วัดระดับน้ำ เพื่อนำค่าที่ได้นั้นมาวิเคราะห์ว่าค่าของระดับน้ำ ที่ได้นั้นต่ำกว่า หรือสูงกว่าค่าที่กำหนดไว้หรือไม่ ถ้าค่าของระดับน้ำน้อยกว่าค่าที่กำหนดไว้ บอร์ดอาดุยโน่จะ สั่งให้รีเลย์สั่งให้ปั๊มน้ำเปิดน้ำเข้าสู่ตู้ปลา แต่ถ้าค่าของระดับน้ำสูงกว่าค่าที่กำหนดไว้ บอร์ดอาดุยโน่จะสั่งปิด การทำงานของรีเลย์ ในส่วนนี้เป็นการเพิ่มความสะดวกแก่ผู้ใช้ ส่วนที่ 2.การเปิด-ปิดไฟ LED โดยการทำงานมี ดังนี้ บอร์ดอาดุยโน่รับค่าความเข้มของแสง (ลักซ์) มาจากเซนเซอร์วัดค่าแสง เพื่อนำค่าที่ได้นั้นมาวิเคราะห์ว่าค่าของแสงนั้นที่ได้นั้นต่ำกว่าหรือสูงกว่าค่าที่กำหนดไว้หรือไม่ ถ้าค่าของแสงน้อยกว่าค่าที่กำหนดไว้ บอร์ดอาดุยโน่จะสั่งให้รีเลย์สั่งเปิดไฟ LED แต่ถ้าค่าของแสงสูงกว่าค่าที่กำหนดไว้ บอร์ดอาดุยโน่จะสั่งปิดการทำงานของรีเลย์ เพื่อให้ผักสลัดได้รับแสงอย่างเพียงพอในทุกๆวัน ส่วนที่ 3.การเชื่อมต่อแอปพลิเคชั่น Blynk โดยระบบนั้นสามารถเชื่อมต่อกับแอปพลิเคชันที่มีชื่อว่า Blynk ที่มีอยู่แล้วในสมาร์ทโฟนทั้งระบบปฏิบัติการ

AndroidและIOS เพื่อที่จะสามารถดูค่าต่างๆของระบบ และสั่งการเปิด-ปิดการปล่อยน้ำและไฟ LED ได้ด้วยตัวแอปพลิเคชั่นผ่านทางอินเทอร์เน็ต ส่วนที่ 4.การบันทึกค่าแสง ในการทดลองนี้มีการบันทึกค่าแสง เพื่อปรียบเทียบค่าแสงกันระหว่างผักสลัดที่ปลูกในระบบดัรับและผักสลัดที่ปลูกแบบวิธีธรรมดาได้รับ โดยจะบันทึกลง SD Card โดยการนำ DataLogger Shield มาประกอบเข้ากับบอร์ดอาดุยโน่ โดยตัว DataLogger Shield ช่องเสียบ SD Card ในการทดลองจะเป็นการเปรียบเทียบค่าแสงที่ผักสลัดได้รับและคุณภาพของผักสลัดระหว่างผักสลัดที่ปลูกในระบบและผักสลัดที่ปลูกแบบวิธีธรรมดา โดยกำหนดผักสลัดและจำนวนการปลูก และเลือกบริเวณห้องที่แสงส่องเข้ามาถึงมากที่สุด โดยตั้งผักสลัดที่ปลูกในระบบและผักสลัดที่ปลูกด้วยวิธีธรรมดาไว้ในจุดที่ใกล้เคียงกัน และควบคุมตัวแปรอื่นๆ ให้เหมือนกัน ในทุกๆชั่วโมงจะเก็บค่าแสงแดดเป็นเวลา 10 วัน

ผลการทำวิจัย พบว่า ได้ระบบปลูกผักไฮโดรโปนิกส์แบบอัตโนมัติที่มีต้นทุนที่ถูก โดยรวมต้นทุนทั้งหมดเป็นเงิน 2,605 บาท และในการเปรียบเทียบค่าแสง และคุณภาพระหว่างผักสลัดที่ปลูกในระบบและผักสลัดที่ปลูกแบบวิธีธรรมดา พบว่า 1.การเปรียบเทียบแสงที่ได้รับ พบว่า ระบบปลูกผักไฮโดรโปนิกส์แบบอัตโนมัติที่สร้างขึ้นสามารถช่วยให้รักษาช่วงของค่าแสงที่เหมะแก่การปลูกผักสลัดได้อย่างสม่ำเสมอกว่าวิธีการปลูกด้วยแบบธรรมดา โดยค่าแสงเบี่ยงเบนมาตรฐานของผักสลัดที่ปลูกในระบบ คือ 8.83 % ในขณะที่ผักสลัดที่ปลูกแบบวิธีธรรมดาได้รับแสงต่ำกว่าค่าแสงที่ผักสลัดต้องการและไม่สม่ำเสมอ โดยค่าแสงเบี่ยงเบนมาตรฐานของผักสลัดที่ปลูกในระบบ คือ 21.66 % 2.การเปรียบเทียบคุณภาพของผักสลัด พบว่า ผักสลัดที่ปลูกในระบบใช้เวลาโตเร็วกว่าผักสลัดที่ปลูด้วยวิธีธรรมดา 10 วัน และทางกายภาพของผักสลัดนั้นพบว่า ผักสลัดที่ปลูกในระบบ มีลำต้นที่ไม่ยืดยาวและมีพื้นที่ของใบเยอะ ในขณะเดียวกัน ผักสลัดที่ปลูกแบบวิธีธรรมดา มีลำต้นที่ยืดยาวคล้ายถั่วงอกเหตุที่ลำต้นยืดนั้น เพื่อต้องการยืดไปหาแสงแดด และขนาดใบนั้นมีขนาดเล็ก
3.การจำนวนครั้งให้การเติมน้ำเข้าสู่แปลงผักสลัด พบว่า พบว่า แปลงของผักสลัดที่ปลูกผักสลัดด้วยวิธีธรรมดานั้นจะต้องคอยเติมน้ำเข้าสู่แปลงผัก เฉลี่ยแล้วอยู่ที่ 2 วันต่อการเติมน้ำ 1 ครั้ง ในขณะที่แปลงผักที่ปลูกผักสลัดในระบบ การเติมน้ำเข้าสู่แปลงผักสลัดนั้นเติมเพียงครั้งเดียว

5.2 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต

5.2.1 เพิ่มอุปกรณ์หรือเซนเซอร์ที่สามารถควบคุมอุณหภูมิเข้าไปในระบบ เพื่อควบคุมอุณหภูมิให้เหมาะสมแก่การปลูกผักสลัด

5.2.2 เพิ่มการควบคุมหรือวัดค่าสารละลายแร่ธาตุเข้าไปยังระบบ เพื่อที่ผักสลัดจะได้สารอาหารที่ตรงตามความต้องการ

5.2.3 สร้างระบบที่รองรับกับการปลูกในพื้นที่ขนาดใหญ่

บรรณานุกรม

กรมส่งเสริมการเกษตร. (2558). *การปลูกผักไฮโดรโปนิกส์.* สืบค้นจาก http://www.servicelink.doae.go.th/corner%20book/book%2005/Hydropronic.pdf.

การเพาะปลูกแบบ Smart Farm. (2558). สืบค้นจาก http://archive.cmmakerclub.com/2015/06/micro/arduino-2/การเพาะปลูกแบบ-smart-farm/.

ความเข้มแสง. Hydroinhome. (2558). สืบค้นจาก http://hydroinhome.com/ความเข้มแสง-ไดโตเกียว-1/.

ความเป็นมาของการปลูกพืชไร้ดิน. (2557). สืบค้นจาก http://zen-hydroponics.blogspot.com/2014/09/blog-post.html.

ค่า pH และค่า EC. (2557). สืบค้นจาก http://zen-hydroponics.blogspot.com/2014/06/ph-ec.html.

นัฐวุฒิ ดิษฐประสพ และอาทิตย์ มณีนพ. (2560). ชุดปลูกผักไฮโดรฯออโต้ สนองนีดส์มือใหม่หัดปลูก. *ไทยรัฐ* สืบค้นจาก https://www.thairath.co.th/content/1015552.

ผักกาดหอม. (ม.ป.ป.). สืบค้นจาก https://medthai.com.

ผักสลัด กรีนโอ๊ค (Green Oak Lettuce). (2559). สืบค้นจาก http://zen-hydroponics.blogspot.com/2014/12/green-oak-lettuce.html.

ผักสลัด เรดโอ๊ค (Red Oak Lettuce). (2559). สืบค้นจาก http://zen-hydroponics.blogspot.com/2014/12/red-oak-lettuce.html.

ผักไฮโดรโปนิกส์ เรื่องของการปลูกพืชด้วยระบบไฮโดรโปนิกส์ Hydroponics. (2555). สืบค้นจาก http://hydroponicscool.blogspot.com/2012/05/hydroponics_330.html.

ฟิลเลย์ ไอซ์เบิร์ก. (2560). สืบค้นจาก http://coachnong.com/archives/1196.

มารู้จักผักยอดนิยมในจานสลัดกันดีกว่า. (2559). สืบค้นจาก http://zen-hydroponics.blogspot.com/2014/12/red-corallettuce.html.

เริ่มต้น Arduino. (2557). สืบค้นจาก http://kong-arduino-th.blogspot.com/2014/08/arduino.html.

โรงเรือนสมาร์ทฟาร์มอัจฉริยะ. (2558). สืบค้นจาก http://www.smartfarmdiy.com/.

สลัด กรีนคอส โรแมน (Cos Romaine Lettuce). (2559). สืบค้นจาก http://zen-hydroponics.blogspot.com/2014/09/cos-lettuce-romaine- lettuce.html.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล ศุภฤกษ์ เชาวลิตตระกูล

วันเดือนปี 23 เมษายน 2531

ที่อยู่ปัจจุบัน 1472 หมู่ 4 ต.ชนแดน อ.ชนแดน จ.เพชรบูรณ์

วุฒิการศึกษา จบปริญญาตรี มหาวิทยาลัยกรุงเทพ คณะบริหารธุรกิจ

BANGKOK UNIVERSITY FOUNDED 1962

มหาวิทยาลัยกรุงเทพ

ข้อตกลงว่าด้วยการอนุญาตให้ใช้สิทธิในวิทยานิพนธ์/สารนิพนธ์

วันที่ 28 เดือน เมษายน พ.ศ. 2561

ข้าพเจ้า (นาย/นาง/นางสาว) สุรฤทัย เชาวลิตตระกูล อยู่บ้านเลขที่ 147/2
ซอย – ถนน ชลบุรี-ระเวช ตำบล/แขวง ชนแดน
อำเภอ/เขต ชนแดน จังหวัด เพชรบูรณ์ รหัสไปรษณีย์ 67150
เป็นนักศึกษาของมหาวิทยาลัยกรุงเทพ รหัสประจำตัว 7590700063
ระดับปริญญา ☐ ตรี ☑ โท ☐ เอก
หลักสูตร วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา เทคโนโลยีสารสนเทศและการจัดการ
คณะ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งต่อไปนี้เรียกว่า **"ผู้อนุญาตให้ใช้สิทธิ"** ฝ่ายหนึ่ง และ

มหาวิทยาลัยกรุงเทพ ตั้งอยู่เลขที่ 119 ถนนพระราม 4 แขวงพระโขนง เขตคลองเตย กรุงเทพมหานคร 10110 ซึ่งต่อไปนี้เรียกว่า **"ผู้ได้รับอนุญาตให้ใช้สิทธิ"** อีกฝ่ายหนึ่ง

ผู้อนุญาตให้ใช้สิทธิ และ ผู้ได้รับอนุญาตให้ใช้สิทธิ ตกลงทำสัญญากันโดยมีข้อความดังต่อไปนี้

ข้อ 1. ผู้อนุญาตให้ใช้สิทธิขอรับรองว่าเป็นผู้สร้างสรรค์และเป็นผู้มีสิทธิแต่เพียงผู้เดียวในงานสารนิพนธ์/วิทยานิพนธ์หัวข้อ ระบบปลูกผักไฮโดรโปนิกส์แบบอัตโนมัติ

ซึ่งถือเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ของมหาวิทยาลัยกรุงเทพ (ต่อไปนี้เรียกว่า "สารนิพนธ์/วิทยานิพนธ์")

ข้อ 2. ผู้อนุญาตให้ใช้สิทธิตกลงยินยอมให้ผู้ได้รับอนุญาตให้ใช้สิทธิโดยปราศจากค่าตอบแทนและไม่มีกำหนดระยะเวลาในการนำสารนิพนธ์/วิทยานิพนธ์ ซึ่งรวมถึงแต่ไม่จำกัดเพียงการทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ต่อสาธารณชน ให้เช่าต้นฉบับหรือสำเนางาน ให้ประโยชน์อันเกิดจากลิขสิทธิ์แก่ผู้อื่น อนุญาตให้ผู้อื่นใช้สิทธิโดยจะกำหนดเงื่อนไขอย่างหนึ่งอย่างใดด้วยหรือไม่ก็ได้ ไม่ว่าทั้งหมดหรือเพียงบางส่วน หรือการกระทำอื่นใดในลักษณะทำนองเดียวกัน

ข้อ 3. หากกรณีมีข้อขัดแย้งในปัญหาลิขสิทธิ์ในสารนิพนธ์/วิทยานิพนธ์ระหว่างผู้อนุญาตให้ใช้สิทธิกับบุคคลภายนอกก็ดี หรือระหว่างผู้ได้รับอนุญาตให้ใช้สิทธิกับบุคคลภายนอกก็ดี หรือมีเหตุขัดข้องอื่นๆ เกี่ยวกับลิขสิทธิ์ อันเป็นเหตุให้ผู้รับอนุญาตให้ใช้สิทธิไม่สามารถนำงานนั้นออกทำซ้ำ เผยแพร่ หรือโฆษณาได้ ผู้อนุญาตให้ใช้สิทธิยินยอมรับผิดและชดใช้ค่าเสียหายแก่ผู้ได้รับอนุญาตให้ใช้สิทธิในความเสียหายต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นแก่ผู้ได้รับอนุญาตให้ใช้สิทธิทั้งสิ้น

สัญญานี้ทำขึ้นสองฉบับ มีข้อความเป็นอย่างเดียวกัน คู่สัญญาได้อ่านและเข้าใจข้อความในสัญญานี้โดยละเอียดแล้ว จึงได้ลงลายมือชื่อให้ไว้เป็นสำคัญต่อหน้าพยาน และเก็บรักษาไว้ฝ่ายละฉบับ

ลงชื่อ.....ผู้อนุญาตให้ใช้สิทธิ
(.....)

ลงชื่อ.....ผู้ได้รับอนุญาตให้ใช้สิทธิ
(อาจารย์อัฏฐิภา จุลพิสิฐ)
ผู้อำนวยการสำนักหอสมุดและพื้นที่การเรียนรู้

ลงชื่อ.....พยาน
(ดร.สุชาดา เจริญพันธุ์ศิริกุล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ลงชื่อ.....พยาน
(ดร.ชุติน แก้วนพรัตน์)
ผู้อำนวยการหลักสูตร/ ผู้รับผิดชอบหลักสูตร

BANGKOK UNIVERSITY FOUNDED 1962