# บทที่ 3
# วิธีการวิจัย

## 3.1 แผนการทดลอง

**การทดลองในเมลอน (พันธุ์บารมี)**

วางแผนการทดลองแบบ T-Test จำนวน 3 ซ้ำ การทดสอบปลูกเมลอนพันธุ์บาร์มีภายในโรงเรือนทรงหลังคาฟันเลื่อย(Saw Tooth Greenhouse) ขนาด 6 x 30 เมตร จำนวน 2 โรงเรือน โรงเรือนละ 350 ต้น จำนวน 3 ฤดูกาล (ฤดูหนาว/ฤดูร้อน/ฤดูฝน) ในแต่ละกรรมวิธีประกอบไปด้วยการใช้ระบบอัตโนมัติในการควบคุมปริมาณน้ำและปุ๋ย โดยจะกำหนดระยะเวลาการให้น้ำและปุ๋ยด้วยการติดตามปัจจัยสภาพแวดล้อมผ่านระบบอินเตอร์เน็ต อาทิ ปริมาณแสงอาทิตย์ ความชื้นในอากาศ อุณหภูมิโดยรอบและในวัสดุปลูกรายวัน และจึงทำการตั้งเวลาวาล์วไฟฟ้าผ่านระบบอินเตอร์เน็ตเพื่อให้เป็นตัวกำหนดระยะเวลาการให้ปัจจัยปริมาณน้ำและปุ๋ยภายในโรงเรือนให้เหมาะสม เปรียบเทียบกับการเพาะปลูกด้วยองค์ความรู้ดั้งเดิมในการเพาะปลูกพืชโดยรายละเอียดของกรรมวิธีทั้ง 2 กรรมวิธี มีดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 โรงเรือนที่ใช้องค์ความรู้ดั้งเดิมในการเพาะปลูก (ชุดควบคุม)

กรรมวิธีที่ 2 โรงเรือนที่มีการติดตามข้อมูลสภาพแวดล้อมและควบคุมอุปกรณ์ด้วยเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ

**การทดลองในพริกหวาน (พันธุ์สไปเดอร์/พันธุ์ซันนี่)**

วางแผนการทดลองแบบ T-Test จำนวน 3 ซ้ำ การทดสอบปลูกพริกหวาน 2 พันธุ์ภายในโรงเรือนแบบหลังคาพลาสติก 2 โรงเรือนขนาด 30 x 30 เมตร โรงเรือนละ 200 ต้น จำนวน 1 รอบการเพาะปลูก ในกรรมวิธีประกอบไปด้วยการใช้เทคโนโลยีเกษตรแม่นยำในการติดตามข้อมูลสภาพอากาศ รวมถึงระบบกึ่งอัตโนมัติในการควบคุมปริมาณน้ำและเซนเซอร์ควบคุมคุณภาพปุ๋ย (ความเข้มข้นของสารละลาย / ความเป็นกรดด่าง) ใช้เซนเซอร์ควบคุมคุณภาพปุ๋ยเพื่อกำหนดคุณภาพ แล้วจึงทำการตั้งเวลาวาล์วไฟฟ้าผ่านอุปกรณ์ตั้งเวลา เป็นตัวกำหนดระยะเวลาการให้ปัจจัยปริมาณน้ำและปุ๋ยภายในโรงเรือนให้เหมาะสม เปรียบเทียบกับการเพาะปลูกด้วยองค์ความรู้ดั้งเดิมในการเพาะปลูกพืชโดยรายละเอียดของสิ่งทดลองทั้ง 2 กรรมวิธี มีดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 โรงเรือนที่ใช้องค์ความรู้ดั้งเดิมในการเพาะปลูก (ชุดควบคุม)

กรรมวิธีที่ 2 โรงเรือนที่มีการใช้และควบคุมอุปกรณ์ด้วยเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ

**3.2 การตั้งค่าเทคโนโลยีดิจิทัลและเก็บข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบ**

**การทดลองในเมลอน (พันธุ์บารมี)**

1. บันทึกและติดตามข้อมูลผ่านระบบออนไลน์หรือระบบประมวลผลบนกลุ่มเมฆ (Cloud Computing) ติดตามการผลิตพืชเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและติดตามการเจริญเติบโต ตลอดช่วงเวลาต่อรอบการเพาะปลูก โดยมีการเก็บข้อมูลอัตโนมัติดังนี้

- ข้อมูลสภาพแวดล้อมจากสถานีตรวจอากาศภายนอกและภายในโรงเรือนทดสอบ ประกอบไปด้วย อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ ปริมาณและความเข้มแสงอาทิตย์ ปริมาณน้ำฝน
- ข้อมูลค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)
- ข้อมูลอุณหภูมิในวัสดุปลูก
- ข้อมูลความชื้นในวัสดุปลูก
- ข้อมูลค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของสารละลาย
- ข้อมูลการเกิดโรคและแมลงศัตรูพืช
- ข้อมูลการใช้น้ำในแต่ละระยะ / รอบการเพาะปลูก

2. การตรวจวัดคุณภาพน้ำและปุ๋ย โดยจะทำการตรวจวัดจากสารละลายผ่านระบบเซนเซอร์ โดยมีการกำหนดค่าการแจ้งเตือน ดังนี้

- เกณฑ์การเปลี่ยนแปลงค่าของ pH ของสารละลายธาตุอาหารที่เหมาะสม ต้องไม่ต่ำกว่า 5.5 และสูงกว่า 7 เป็นเวลาติดต่อกัน 2-3 วัน
- การเปลี่ยนแปลงและการแก้ไขปรับค่าความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร (AB) โดยค่า Electrical Conductivity (µS/cm) ที่วัดได้จากสารละลายจะต้องมีค่าตามระยะเวลาการเจริญเติบโตของพืชหรือสังเกตุจากการเจริญเติบโตของพืชจนถึงระยะเก็บเกี่ยว ดังนี้
    1. 7 วันหลังลงปลูก EC = 700 - 800 µS/cm
    2. 14 วันหลังลงปลูก EC = 800 - 1,000 µS/cm
    3. 21- 30 วันหลังลงปลูก EC = 1,500 - 1,800 µS/cm
    4. 30 วันจนถึงเก็บเกี่ยว EC = 1,800 - 2,000 µS/cm
- การควบคุมค่าปุ๋ยที่เหมาะสม (ปริมาณความเข้มข้น : Electric conductivity : EC) ที่เหมาะสมกับช่วงปลูก โดยตรวจวัดจากค่าสารละลายก่อนที่จะให้พืชโดยตรวจวัดผ่านระบบเซนเซอร์

3. ด้านการควบคุมอุปกรณ์

การควบคุมปริมาณน้ำและปุ๋ยให้เหมาะสมในวัสดุปลูกผ่านระบบวาล์วน้ำไฟฟ้ากระแสตรง เพื่อให้มีการจัดการปริมาณน้ำและธาตุอาหารให้กับพืช รวมถึงควบคุมความชื้นในวัสดุปลูกอย่างเหมาะสมผ่านระบบเซนเซอร์

- การตรวจวัดปริมาณความชื้นในวัสดุปลูกด้วยระบบเซนเซอร์ ให้มีการควบคุมความชื้นที่ 30 – 35% ของความชื้นในวัสดุปลูก
- การตั้งเวลาให้ระบบวาว์ลไฟฟ้าให้ทำงาน โดยมีเกณฑ์สภาวะแวดล้อม(การทดสอบช่วงวิกฤต) ในการตั้งเวลาเพื่อกำหนดปริมาณน้ำตามสภาวะแวดล้อม ดังนี้

1. ติดตามข้อมูลย้อนหลังเมื่อความเข้มแสงอาทิตย์ต่ำกว่า 200 วัตต์ต่อตารางเมตร และมีจำนวนชั่วโมงแสงต่อวันน้อยกว่า 6 ชั่วโมง ทำให้เกิดความชื้นในอากาศสูงกว่าร้อยละ 80 เป็นเวลา นานกว่า 15 ชั่วโมงต่อวัน (รอบการให้น้ำ 2 ครั้งต่อวัน ครั้งละ 10 นาที)
2. ติดตามข้อมูลย้อนหลังเมื่อความเข้มแสงอาทิตย์สูงกว่า 200 วัตต์ต่อตารางเมตร และมีจำนวนชั่วโมงแสงต่อวันมากกว่า 6 ชั่วโมง ทำให้เกิดความชื้นในอากาศต่ำกว่าร้อยละ 80 เป็นเวลา นานกว่า 15 ชั่วโมงต่อวัน อุณหภูมิในอากาศสูงเกินกว่า 35 องศาเซลเซียสขึ้นไป เป็นเวลาเกินกว่า 6 ชั่วโมงต่อวัน (รอบการให้น้ำ 3 ครั้งต่อวัน ครั้งละ 10 นาที)
3. ติดตามข้อมูลย้อนหลังเมื่อความเข้มแสงอาทิตย์ต่ำกว่า 200 วัตต์ต่อตารางเมตร และมีจำนวนชั่วโมงแสงต่อวันน้อยกว่า 6 ชั่วโมง มีปริมาณฝนมากกว่า 10 มิลลิเมตรต่อวัน (รอบการให้น้ำ 1 ครั้งต่อวัน ครั้งละ 10 นาที)

4. เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตและเปรียบเทียบข้อมูลการทดลองแบบ T-test จำนวน 3 ซ้ำ ซ้ำละ 10 ต้น ดังนี้

- การตรวจวัดข้อมูลการเจริญเติบโต เมื่ออายุ 7/14/21/28 วัน หลังลงปลูก ได้แก่ ขนาดลำต้น(มิลลิเมตร) ความสูงต้น(เซนติเมตร) จำนวนใบ ขนาดใบ และคลอโรฟิลด์ในใบพืชวัดด้วยเครื่องคลอโรฟิลล์มิเตอร์ (SPAD-502)

5. การวิเคราะห์ปริมาณและคุณภาพผลผลิต ได้แก่ ขนาด (มิลลิเมตร) น้ำหนัก (กรัม) ความกว้างและยาวผล (เซนติเมตร) ความหนาเนื้อและความหนาของเปลือกผล (มิลลิเมตร) และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (%Brix)

6. วิเคราะห์ข้อมูลสหสัมพันธ์ของปัจจัยทางสภาพแวดล้อมต่อพืชทดสอบ (ค่าวิกฤติ) (Correlation Coefficient)

7. สรุปผลการศึกษา

**การทดลองในพริกหวาน (พันธุ์สไปเดอร์/พันธุ์ซันนี่)**

1. บันทึกและติดตามข้อมูลผ่านระบบออนไลน์หรือระบบประมวลผลบนกลุ่มเมฆ (Cloud Computing) ติดตามการผลิตพืชเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและติดตามการเจริญเติบโต ตลอดช่วงเวลาต่อรอบการเพาะปลูก โดยมีการเก็บข้อมูลอัตโนมัติดังนี้

- ข้อมูลสภาพแวดล้อมจากสถานีตรวจอากาศภายนอกและภายในโรงเรือนทดสอบ ประกอบไปด้วย อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ ปริมาณและความเข้มแสงอาทิตย์ ปริมาณน้ำฝน
- ข้อมูลการเกิดโรคและแมลงศัตรูพืช

2.การตรวจวัดคุณภาพน้ำและปุ๋ย โดยจะทำการตรวจวัดจากสารละลายผ่านระบบเซนเซอร์ โดยมีการกำหนดค่า ดังนี้

- เกณฑ์การเปลี่ยนแปลงค่าของ pH ของสารละลายธาตุอาหารที่เหมาะสม ต้องไม่ต่ำกว่า 6.5 และสูงกว่า 8.5 เป็นเวลาติดต่อกัน 2-3 วัน
- การเปลี่ยนแปลงและการแก้ไขปรับค่าความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร (AB) โดยค่า Electrical Conductivity (µS/cm) ที่วัดได้จากสารละลายจะต้องมีค่าตามระยะเวลาการเจริญเติบโตของพืชหรือสังเกตุจากการเจริญเติบโตของพืชจนถึงระยะเก็บเกี่ยว ดังนี้
- การควบคุมค่าปุ๋ยที่เหมาะสม (ปริมาณความเข้มข้น : Electric conductivity : EC) ที่เหมาะสมกับช่วงปลูก โดยตรวจวัดจากค่าสารละลายก่อนที่จะให้พืชโดยตรวจวัดผ่านระบบเซนเซอร์

3. ด้านการควบคุมอุปกรณ์

การควบคุมปริมาณน้ำและปุ๋ยให้พอเหมาะในวัสดุปลูกผ่านระบบวาว์ลน้ำไฟฟ้ากระแสตรง (Solenoid valve Direct current) เพื่อให้มีการจัดการปริมาณน้ำและธาตุอาหารให้กับพืช รวมถึงควบคุมความชื้นในวัสดุปลูกอย่างเหมาะสมผ่านระบบเซนเซอร์

- การควบคุมค่าปุ๋ยที่เหมาะสม (ปริมาณความเข้มข้น : Electric conductivity : EC) ที่เหมาะสมกับช่วงปลูกโดยตรวจวัดจากค่าสารละลายก่อนที่จะให้พืชโดยตรวจวัดผ่านระบบเซนเซอร์
- การควบคุมการเป็นกรด-ด่างในวัสดุปลูก (pH) ที่เหมาะสมที่ 6.5 -8.0 โดยตรวจวัดผ่านระบบเซนเซอร์
- การตั้งเวลาการทำงานของระบบกึ่งอัตโนมัติของวาล์วน้ำและปุ๋ย
    1. ความเข้มแสงอาทิตย์ต่ำกว่า 200 วัตต์ต่อตารางเมตรและมีจำนวนชั่วโมงแสงต่อวันน้อยกว่า 6 ชั่วโมง ทำให้เกิดความชื้นในอากาศสูงกว่าร้อยละ 80 เป็นเวลานานกว่า 15 ชั่วโมงต่อวัน (รอบการให้น้ำ 2 ครั้งต่อวัน ครั้งละ 10 นาที)
    2. ความเข้มแสงอาทิตย์สูงกว่า 200 วัตต์ต่อตารางเมตรและมีจำนวนชั่วโมงแสงต่อวันมากกว่า 6 ชั่วโมง ทำให้เกิดความชื้นในอากาศต่ำกว่าร้อยละ 80 เป็นเวลานานกว่า 15 ชั่วโมงต่อวัน อุณหภูมิในอากาศสูงเกินกว่า 25 องศาเซลเซียสขึ้นไป เป็นเวลาเกินกว่า 6 ชั่วโมงต่อวัน (รอบการให้น้ำ 3 ครั้งต่อวัน ครั้งละ 10 นาที)
    3. ความเข้มแสงอาทิตย์ต่ำกว่า 200 วัตต์ต่อตารางเมตรและมีจำนวนชั่วโมงแสงต่อวันน้อยกว่า 6 ชั่วโมง มีปริมาณฝนมากกว่า 10 มิลลิเมตรต่อวัน (รอบการให้น้ำ 1 ครั้งต่อวัน ครั้งละ 10 นาที)

3. เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตและเปรียบเทียบข้อมูลการทดลองแบบ T-test จำนวน 3 ซ้ำ ซ้ำละ 10 ต้น ดังนี้

- การเจริญเติบโตของพืช เมื่ออาทิตย์ที่ 2/4/14 อาทิตย์ หลังจากลงปลูก ได้แก่ ความสูงต้น (เซนติเมตร)
- ข้อมูลผลผลิต ได้แก่ จำนวนผล น้ำหนักผล (กรัม)
- ข้อมูลคุณภาพ แยกตามตามเกณฑ์มาตรฐาน (AB/C/ตกเกรด)

4. วิเคราะห์สหสัมพันธ์ของปัจจัยทางสภาพแวดล้อมต่อพืชทดสอบ (ค่าวิกฤติ) (Correlation Coefficient)

5. สรุปผลการศึกษา

สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) Highland Research and Development Institute (Public Organization)