



กทปส

## รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการขอรับการส่งเสริมและสนับสนุนจากเงินกองทุนวิจัยและพัฒนากิจการกระจายเสียง  
กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม เพื่อประโยชน์สาธารณะ

โครงการการพัฒนาเทคโนโลยีการตรวจวัดและควบคุมแบบไร้สาย  
สำหรับการเกษตรสมัยใหม่เพื่อเพิ่มพูนองค์ความรู้  
และการพัฒนาเกษตรกรอัจฉริยะ

(Development of wireless monitoring and control technology  
of modern agriculture to enhance knowledge  
and smart-farmer development)

นายเฉลิมชัย เอี่ยมสะอาด และคณะ  
สถาบันการจัดการเทคโนโลยีและนวัตกรรมเกษตร  
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

ธันวาคม 2566

กองทุนวิจัยและพัฒนากิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม เพื่อประโยชน์สาธารณะ  
(สำนักงาน กสทช.)

แบบ กทปส. ME-003

รายงานฉบับสมบูรณ์

ทุนส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัยและพัฒนา  
สัญญารับทุนเลขที่ A63-1-(2)-009

โครงการการพัฒนาเทคโนโลยีการตรวจวัดและควบคุมแบบไร้สายสำหรับการเกษตรสมัยใหม่  
เพื่อเพิ่มพูนองค์ความรู้และการพัฒนาเกษตรกรอัจฉริยะ

Development of wireless monitoring and control technology of modern agriculture to enhance  
knowledge and smart-farmer development

(คณะ) นักวิจัย

- |   |                  |
|---|------------------|
| 1. นายเฉลิมชัย เอี่ยมสะอาด                    | หัวหน้าโครงการ   |
| 2. นางสาวกนกพร ลิ้มวิภูวัฒน์                  | ผู้ร่วมโครงการ   |
| 3. นายธีรพัชส ประสานสารกิจ                    | ผู้ร่วมโครงการ   |
| 4. นางฉันทนา ยูวะนิยม                         | ผู้ร่วมโครงการ   |
| 5. นางสาวสุวิมล ทองผุย                        | ผู้ร่วมโครงการ   |
| 6. นางสาวสิริวรรณ สุนทรสารทูล                 | ผู้ร่วมโครงการ   |
| 7. นางสาวมณีนยา ตันเปาว์                      | ผู้ร่วมโครงการ   |
| 8. นางสาวธัญลักษณ์ นนทะศรี                    | ผู้ร่วมโครงการ   |
| 9. นางสาวศุภกร ทาโบราณ                        | ผู้ร่วมโครงการ   |
| 10. ศาสตราจารย์ ดร. สุชีลา เตชะวงศ์เสถียร     | ที่ปรึกษาโครงการ |
| 11. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วินัย วิริยะอลงกรณ์ | ที่ปรึกษาโครงการ |
| 12. รองศาสตราจารย์ ดร. อุษณีย์ พิษกรรม        | ที่ปรึกษาโครงการ |
| 13. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อารักษ์ ธีรอำพน    | ที่ปรึกษาโครงการ |

ได้รับทุนอุดหนุนจาก

กองทุนวิจัยและพัฒนากิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม เพื่อประโยชน์สาธารณะ  
(สำนักงาน กสทช.)

ธันวาคม 2566

## บทสรุปผู้บริหาร

โครงการการพัฒนาเทคโนโลยีการตรวจวัดและควบคุมแบบไร้สายสำหรับการเกษตรสมัยใหม่  
เพื่อเพิ่มพูนองค์ความรู้ และการพัฒนาเกษตรกรอัจฉริยะ  
ธันวาคม 2566

โครงการการพัฒนาเทคโนโลยีการตรวจวัดและควบคุมแบบไร้สายสำหรับการเกษตรสมัยใหม่ เพื่อเพิ่มพูนองค์ความรู้และการพัฒนาเกษตรกรอัจฉริยะ มีวัตถุประสงค์หลักในการพัฒนาเทคโนโลยีการตรวจวัดและควบคุมแบบไร้สาย พัฒนาหลักสูตรอบรมเกี่ยวกับเกษตรแม่นยำและถ่ายทอดองค์ความรู้และเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นให้แก่เกษตรกรผ่านรูปแบบการอบรมและการสาธิตในแหล่งเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นในโครงการ โดยมุ่งเน้นให้เกษตรกรใช้เทคโนโลยีและเครื่องมือเกษตรสมัยใหม่และมีองค์ความรู้ตามหลักวิชาการในการบริหารจัดการและวางแผนการปลูกพืชเพื่อช่วยลดความเสี่ยงจากการสูญเสียผลผลิตที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมในปัจจุบัน ช่วยเพิ่มคุณภาพและมาตรฐานของผลผลิต คณะทำงานจึงได้เสนอเทคโนโลยีการตรวจวัดและควบคุมแบบไร้สายสำหรับการเกษตรสมัยใหม่เพื่อเพิ่มพูนองค์ความรู้และการพัฒนาเกษตรกรอัจฉริยะ โดยให้เกษตรกรต้นแบบที่ได้รับการคัดเลือกภายใต้โครงการฯ ร่วมเป็นผู้ถ่ายทอดองค์ความรู้และเป็นแหล่งเรียนรู้ระบบเกษตรสมัยใหม่ (Smart Farm) ผ่านการศึกษาดูงานและการอบรมทั้งในแปลงเกษตรกรที่ได้รับการติดตั้งระบบฯ และในพื้นที่หน่วยงานต่างๆ ซึ่งถือว่าการส่งเสริมและสนับสนุนให้เกษตรกรไทยได้เรียนรู้ เข้าใจและเข้าถึงเทคโนโลยีเกษตรสมัยใหม่ได้เป็นอย่างดีซึ่งสอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 พ.ศ. 2566–2570 กลยุทธ์ที่ 11 การยกระดับขีดความสามารถของเกษตรกรและสถาบันเกษตรกร ที่ต้องการยกระดับขีดความสามารถเกษตรกรไปสู่การเป็นเกษตรกรอัจฉริยะที่มีศักยภาพสูงในการพัฒนากระบวนการผลิตและสร้างมูลค่าเพิ่มของสินค้าเกษตรให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่และความต้องการของตลาดได้อย่างต่อเนื่องและยั่งยืน

จากการดำเนินงานโครงการฯ ที่ผ่านมา พบว่าการปฏิบัติงานด้านเกษตรสมัยใหม่หรือที่เรียกว่า Smart Farm นั้น มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องใช้ระบบ IoT และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ แต่การใช้อุปกรณ์ดังกล่าวนี้มีข้อจำกัดทั้งในเรื่องของคุณสมบัติในการใช้งานที่ต้องพัฒนาและปรับปรุงให้เหมาะสมกับบริบททางการเกษตรในประเทศไทย ซึ่งมีอากาศร้อน ความชื้นสูงและอุปกรณ์ในระบบ IoT จะต้องใช้งานร่วมกับอุปกรณ์ที่เกษตรกรมีอยู่แล้ว เช่น ตู้ควบคุมปั้มน้ำ ได้โดยง่ายเพื่อประหยัดค่าใช้จ่าย นอกจากนี้การปรับพฤติกรรมของเกษตรกรให้เกิดการยอมรับ เชื่อมั่นและมั่นใจในการใช้ระบบเกษตรสมัยใหม่นั้น มีส่วนสำคัญอย่างมากต่อการพัฒนาการเกษตรให้เกิดความเปลี่ยนแปลงนำไปสู่การเกษตรสมัยใหม่ เพื่อเตรียมความพร้อมในการเผชิญกับความเปลี่ยนแปลงต่างๆ เช่น สภาพภูมิอากาศแปรปรวน แหล่งน้ำต้นทุนที่ลดลงอย่างต่อเนื่องจากปรากฏการณ์ธรรมชาติ เอลนีโญ-

ลานีญา ต้นทุนปุ๋ยและยากำจัดศัตรูพืชที่สูงขึ้น โรคและแมลงศัตรูพืชที่ระบาดโดยที่ไม่สามารถพยากรณ์ล่วงหน้าได้ รวมไปถึงการตกค้างของสารเคมีที่มาจากการใช้ปุ๋ยหรือยากำจัดศัตรูพืชที่มากเกินไปจนความจำเป็น และท้ายที่สุดจะส่งผลเสียถึงผู้บริโภคทั้งในเรื่องของราคาที่สูงขึ้นและคุณภาพผลผลิตที่ลดลงนั่นเอง

โครงการฯ ได้ประสบความสำเร็จในการดำเนินงาน โดยสามารถสรุปผลการวิจัยตามเป้าหมายและตัวชี้วัดของโครงการฯ ดังนี้

1. สามารถพัฒนาอุปกรณ์ต้นแบบระบบตรวจวัดและควบคุมแบบไร้สายที่ส่งสัญญาณได้ไกลและมีความเสถียร อีกทั้ง สามารถควบคุมและใช้งานผ่านระบบ Software ที่สะดวกและใช้งานง่ายช่วยให้การจัดการสภาพแวดล้อมในการปลูกพืชแม่นยำมากขึ้น ประกอบด้วย 2 ระบบ ดังนี้
  - ต้นแบบระบบตรวจวัดและควบคุมแบบไร้สายสำหรับแปลงเปิด จำนวน 3 ชุด
  - ต้นแบบระบบตรวจวัดและควบคุมแบบไร้สายสำหรับโรงเรือน จำนวน 2 ชุด
2. พัฒนาพื้นที่เป้าหมายจากพื้นที่ติดตั้งอุปกรณ์ต้นแบบให้เป็นแหล่งเรียนรู้ที่มีอุปกรณ์ต้นแบบวัดความต้องการของพืชและสั่งการควบคุมแบบไร้สาย เพื่อให้เกษตรกรทั่วไป หรือผู้สนใจเข้าไปศึกษาดูงาน รวม 5 พื้นที่ ดังนี้ โดยเกษตรกรแกนนำทั้ง 5 แห่ง มีความพึงพอใจในการใช้งานระบบตรวจวัดและควบคุมไร้สายมากกว่าร้อยละ 88
  - พื้นที่ผลิตทุเรียน สวนบัวแก้ว ต.วังจันทร์ อ.วังจันทร์ จ.ระยอง
  - พื้นที่ผลิตลำไย ต.แม่หอพระ อ.แม่แตง จ.เชียงใหม่
  - โรงเรือนผลิตมะเขือเทศ AGRITEC Station สวทช. อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี
  - พื้นที่ผลิตเมล็ดพันธุ์เมลอน ต.หนองโก อ.บรบือ จ.มหาสารคาม
  - โรงเรือนปลูกเมลอน มหาวิทยาลัยสวนดุสิต วิทยาเขตสุพรรณบุรี จ.สุพรรณบุรี
3. พัฒนาหลักสูตรอบรมที่ครอบคลุมทั้งด้านกระบวนการผลิตพืชปลอดภัยที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ ด้านการใช้ IOT ที่พัฒนาจากโครงการ และด้านการตลาด รวม 5 หลักสูตร ประกอบด้วย
  - หลักสูตร การออกแบบระบบให้น้ำพืชในแปลงเปิด ที่สอดคล้องกับความต้องการของพืช
  - หลักสูตร การออกแบบระบบให้น้ำพืชในโรงเรือนเกษตร ที่สอดคล้องกับความต้องการของพืช
  - หลักสูตร หลักการใช้งานและการตลาดเทคโนโลยีระบบตรวจวัดและควบคุมแบบไร้สายสำหรับการควบคุมการผลิตพืชและลดความเสียหายที่เกิดขึ้นกับผลผลิต
  - หลักสูตร เทคนิคการจัดการการผลิตมะเขือเทศแบบครบวงจรให้ได้คุณภาพ
  - หลักสูตร เทคนิคการจัดการการผลิตเมลอนผลสดให้ได้คุณภาพ

4. จำนวนเกษตรกรที่ได้รับการถ่ายทอดองค์ความรู้จากหลักสูตรฯ รวม 814 ราย ประกอบด้วยเกษตรกรแกนนำในแต่ละพื้นที่รวม 5 ราย และเกษตรกรและผู้สนใจที่ผ่านการอบรมการใช้งานอุปกรณ์ต้นแบบควบคู่กับการผลิตพืช อาทิ ทูเรียน มะเขือเทศ ลำไยและเมลอนผลสด เป็นต้น
5. สามารถลดค่าใช้จ่ายหรือเพิ่มรายได้ให้เกษตรกรที่ร่วมโครงการได้ไม่น้อยกว่า 10% ดังนี้
  - พื้นที่ผลิตทูเรียน สวนบัวแก้ว จ.ระยอง พบว่า ช่วยลดแรงงานในการให้น้ำและปุ๋ย ลดความเสี่ยงในการเกิดความเสียหายแก่ผลผลิต เช่น ให้น้ำมากเกินไปจนเกิดโรคจากเชื้อรา อีกทั้งยังประหยัดน้ำ จากเดิมที่ให้น้ำเฉลี่ย 123.04 ลิตร/ต้น/วัน ขณะที่การให้น้ำตามค่าความชื้นดินด้วยระบบตรวจวัดและควบคุมแบบไร้สายนั้นมีค่าเฉลี่ยเพียง 63.65 ลิตร/ต้น/วัน ซึ่งพบว่าปริมาณการให้น้ำลดลงถึง 59.39 ลิตร/ต้น/วัน หรือร้อยละ 48.27
  - พื้นที่ผลิตลำไย จ.เชียงใหม่ พบว่า ลดแรงงานในการให้น้ำและปุ๋ย เนื่องจากเดิมเกษตรกรต้องเดินเปิดน้ำที่ละโซน ทำให้ใช้เวลานาน ลดความเสี่ยงในการเกิดความเสียหายแก่ผลผลิต สามารถควบคุมการให้น้ำตามความต้องการของพืชและประหยัดน้ำ เนื่องจากการให้น้ำตลอดทั้งปีของแปลงที่ไม่ติดระบบการให้น้ำอัจฉริยะสูงถึง 7,219.20 ลิตร/ต้น/ปี ขณะที่แปลงที่ติดระบบตรวจวัดและควบคุมแบบไร้สายมีการให้น้ำเพียง 5,316.00 ลิตร/ต้น/ปี ทำให้ประหยัดน้ำได้ถึง 1,903.2 ลิตร/ต้น/ปี หรือร้อยละ 26.36 อีกทั้ง ผลผลิตเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 30.08 ขณะที่คุณภาพผลผลิตของทั้ง 2 แปลงไม่แตกต่างกัน
  - โรงเรือนผลิตมะเขือเทศ AGRITEC Station สวทช. อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี พบว่าช่วยในการลดค่าแรงงานในการจัดการให้น้ำและปุ๋ยตั้งแต่ช่วงระยะการเจริญเติบโตจนถึงระยะเก็บเกี่ยวได้ประมาณ 66% โดยลดจากเดิม 70 เหลือเพียง 24 คน-ชั่วโมง (man-hour) และประหยัดเวลาของผู้ปลูกในการให้น้ำและปุ๋ย เพราะดูแลผ่านระบบการตรวจวัดและควบคุมแบบไร้สายได้ ทำให้มีเวลาดูแลรักษาต้นพืชและจัดการส่วนอื่นๆ ในโรงเรือน ลดความเสี่ยงในการเกิดความเสียหายแก่ผลผลิต เพราะควบคุมอุณหภูมิอากาศและความชื้นอากาศให้ใกล้เคียงกับค่าที่เหมาะสมมากขึ้น ทำให้ช่วยเพิ่มการติดผลสม่ำเสมอได้ตลอดข้อ ซึ่งจะช่วยให้ขายผลผลิตได้ในราคาที่สูงกว่า และขายในซูเปอร์มาร์เก็ตได้ด้วย
  - พื้นที่ผลิตเมล็ดพันธุ์เมลอน จ.มหาสารคาม พบว่า ลดแรงงานและเวลาในการให้น้ำและปุ๋ย อีกทั้งประหยัดน้ำ เนื่องจากปริมาณการให้น้ำรวมตลอดฤดูปลูก 70 วัน ของแปลงที่ไม่ติดระบบการให้น้ำอัจฉริยะสูงถึง 70 ลิตร/ต้น ขณะที่แปลงที่ติดระบบฯ มีการให้น้ำเพียง 43.46 ลิตร/ต้น ทำให้ประหยัดน้ำได้ถึง 26.54 ลิตร/ต้น/ปี คิดเป็นร้อยละ 37.91
  - โรงเรือนปลูกเมลอน มหาวิทยาลัยสวนดุสิต วิทยาเขตสุพรรณบุรี จ.สุพรรณบุรี พบว่าช่วยในการลดค่าแรงงานในการจัดการให้น้ำและปุ๋ยตั้งแต่ช่วงระยะการเจริญเติบโตจนถึงระยะเก็บเกี่ยวได้ประมาณ 75% โดยลดจากเดิม 56 เหลือเพียง 14 คน-ชั่วโมง (man-hour)

ทำให้มีเวลาดูแลรักษาและจัดการส่วนอื่นๆ ในโรงเรือน เช่น ตรวจหัวจ่ายน้ำ ตรวจสอบโรคในต้นพืช หรือตัดแต่งกิ่ง เป็นต้น และสามารถตั้งค่าให้น้ำและปุ๋ยด้วยระบบอัตโนมัติผ่านระบบการตรวจวัดและควบคุมแบบไร้สายได้ อีกทั้งยังลดความเสี่ยงในการเกิดความเสียหายแก่ผลผลิต เพราะสามารถควบคุมการให้น้ำตามความต้องการของพืชและควบคุมสภาพแวดล้อมให้ใกล้เคียงกับสภาพที่เหมาะสมได้

ทั้งนี้ ข้อเสนอแนะที่ได้จากโครงการฯ สามารถสรุปโดยย่อดังนี้

- เกษตรกรสามารถนำองค์ความรู้ด้านสภาพแวดล้อมจากระบบตรวจวัดและควบคุมแบบไร้สายที่ใช้ในการปลูกพืชทั้ง 5 แห่ง ไปเป็นแนวทางในการปลูกพืชได้ อย่างไรก็ตาม ยังต้องมีการปรับค่าหรือควบคุมสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ให้เหมาะสมกับพื้นที่นั้นๆ เนื่องจากสภาพแวดล้อมในแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกัน เช่น ค่าความชื้นดินที่จะมีความผันแปรไปตามคุณสมบัติในการอุ้มน้ำของดินแต่ละชนิด เป็นต้น
- การปรับพฤติกรรมของเกษตรกรให้เกิดการยอมรับ เชื่อมั่นและมั่นใจในการใช้ระบบเกษตรสมัยใหม่นั้น มีส่วนสำคัญอย่างมากต่อการพัฒนาเกษตรสมัยใหม่ ซึ่งอาจต้องอาศัยความร่วมมือจากหน่วยงานภาครัฐให้มีส่วนร่วมในการขับเคลื่อนให้เกษตรกรสามารถเข้าถึง และเข้าใจการใช้งานระบบดังกล่าว เพื่อเพิ่มศักยภาพในการผลิตสินค้าเกษตรของไทยมากยิ่งขึ้น
- ในการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่ส่งถึงมือเกษตรกรเพื่อให้ทดลองใช้นั้น ต้องมีกลยุทธ์ในการนำเสนอให้เกิดการยอมรับในความเปลี่ยนแปลงคือ เข้าใจความเสี่ยงและการบริหารจัดการความเสี่ยง “เสี่ยงเป็นมิใช่เสี่ยงตาย” เพราะอยู่เฉยๆ ก็เท่ากับเสี่ยง เมื่อเกษตรกรต้นแบบสามารถใช้ระบบตรวจวัดและควบคุมแบบไร้สายที่พัฒนาขึ้นจากโครงการนี้ โดยมีการให้ความรู้ ให้คำปรึกษาและติดตามผลอย่างต่อเนื่องในระดับที่เกษตรกรสามารถเอาชนะความเสี่ยงต่างๆ ได้และมีผลประกอบการดีขึ้นแล้ว เกษตรกรรายอื่นๆ จะทำตามอย่างรวดเร็ว ซึ่งจะตอบโจทย์สถานการณ์เศรษฐกิจที่มีการแข่งขันสูงในปัจจุบันคือ “ปลาเร็วกินปลาช้า” นั่นเอง

โครงการการพัฒนาเทคโนโลยีการตรวจวัดและควบคุมแบบไร้สายสำหรับการเกษตรสมัยใหม่  
เพื่อเพิ่มพูนองค์ความรู้ และการพัฒนาเกษตรกรอัจฉริยะ

นายเฉลิมชัย เอี่ยมสะอาด

ธันวาคม 2566

โครงการนี้ มีวัตถุประสงค์หลักคือ 1) เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีการตรวจวัดและควบคุมแบบไร้สายทั้งในแปลงเปิดและในโรงเรือน เพื่อให้การให้น้ำแก่พืชมีความแม่นยำตามความต้องการของพืช โดยจะช่วยให้เกษตรกรทราบข้อมูลสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการปลูกพืช อาทิ ค่าความชื้นในดิน ค่าความเข้มแสง/พลังงานแสง และค่าอุณหภูมิและความชื้นอากาศ โดยนำข้อมูลจากระบบดังกล่าว มาวางแผนผลิตพืชร่วมกับข้อมูลเชิงวิชาการที่จะช่วยให้ได้ผลผลิตที่มีปริมาณและคุณภาพสูงขึ้น ซึ่งมีพืชเป้าหมาย 5 ชนิด แบ่งตามรูปแบบการปลูกคือ ในระบบโรงเรือน ได้แก่ มะเขือเทศ และเมลอน ส่วนในระบบแปลงเปิด ได้แก่ ทูเรียน ลำไย และเมล็ดพันธุ์เมลอน และ 2) เพื่อพัฒนาต้นแบบแปลงสาธิตใน 5 พื้นที่เป้าหมาย ในระดับที่เกษตรกรสามารถใช้ประโยชน์ได้จริงและเข้าถึงเทคโนโลยีมากขึ้น ด้วยการพัฒนาต้นแบบอุปกรณ์การวัดความต้องการของพืชแบบไร้สายเพื่อให้ส่งสัญญาณได้ไกลขึ้นและมีความเสถียรของสัญญาณมากขึ้น เป็นอุปกรณ์ที่เหมาะสมกับบริบทการเกษตรในประเทศไทยซึ่งมีอากาศร้อนและความชื้นสูง 3) เพื่อพัฒนาหลักสูตรอบรมที่ครอบคลุมทั้งด้านกระบวนการผลิตพืชปลอดภัยที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ ด้านการใช้ IOT ที่พัฒนาจากโครงการ และด้านการตลาด รวม 5 หลักสูตร และ 4) เพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้และเทคโนโลยีที่พัฒนาให้แก่เกษตรกรแกนนำ เกษตรกรและผู้สนใจทั่วไป ผ่านรูปแบบการอบรมเชิงปฏิบัติการและการสาธิตในแหล่งเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นในโครงการ โดยมุ่งเน้นให้ผู้เข้ารับการอบรมสามารถใช้เทคโนโลยีเกษตรสมัยใหม่ และมีองค์ความรู้ตามหลักวิชาการในการบริหารจัดการและวางแผนการปลูกพืชเพื่อลดความเสี่ยงจากการสูญเสียผลผลิตที่มีผลจากการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมในปัจจุบัน และช่วยเพิ่มคุณภาพและมาตรฐานของผลผลิต

โครงการนี้ประสบความสำเร็จอย่างดี โดยจากการประเมินประสิทธิภาพการใช้งานเทคโนโลยีการตรวจวัดและควบคุมแบบไร้สายร่วมกับเกษตรกรแกนนำ พบว่าระบบฯ ใช้งานได้ดี ง่ายต่อการใช้งานและช่วยให้ประหยัดน้ำและเวลาในการให้น้ำ อีกทั้ง สามารถเป็นจุดเรียนรู้แก่ผู้ที่สนใจได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้ ผลการประเมินระดับความพึงพอใจต่อระบบการให้น้ำอัจฉริยะที่ติดตั้งในพื้นที่ของเกษตรกรแกนนำทั้ง 5 พื้นที่ อยู่ในระดับสูงคือมากกว่าร้อยละ 88 ในขณะที่ผลการประเมินระดับความพึงพอใจโดยรวมเฉลี่ยของผู้เข้าร่วมการอบรมเชิงปฏิบัติการที่จัดขึ้นตลอดโครงการ 13 ครั้ง และมีผู้เข้ารับการอบรมมากกว่า 800 คน ก็อยู่ในระดับสูงคือมากกว่าร้อยละ 92 นอกจากนี้ ก็ยังสามารถลดค่าใช้จ่ายหรือเพิ่มรายได้ให้เกษตรกรที่ร่วมโครงการได้ไม่น้อยกว่า 10%

**Development of wireless monitoring and control technology of modern agriculture to enhance knowledge and smart farmer development.**

**Mr. Chalermchai Eiamsaard**

**December 2023**

The main objectives of this project are as follows: 1) To develop wireless monitoring and control technology of modern agriculture for open farms and greenhouses for precision plant watering system according to crop requirements. Farmers can receive necessary data affecting plant growing such as soil moisture, light intensity, temperature, and air moisture. They can plan and manage their production using the data and technical information of related plants to increase the quantity and quality of their products. The five target plants are tomatoes and melon growing in greenhouses, and durian, longan, and melon seeds planting in open farms. 2) To establish demonstration sites in 5 target areas that show the real usage and advantages of the developed wireless monitoring and control system with farther and more stable signals and compatible with weather in Thailand. 3) To develop five training courses including the areas of safe plant production process according to academic principles, Internet of Things (IoT) developed under the project, and marketing. 4) To transfer knowledge and technology to leading farmers in the project and other interested participants through workshops and demonstrations in the five developed learning sites. These courses aim to enhance the trainees to be able to use modern agricultural technology to reduce loss and increase productivity.

The project has been successfully completed. By evaluating the use and effectiveness of wireless measurement and control technology with the leading farmers, the results showed that this user-friendly system worked well and really helped the farmers to save water and time. The demonstration sites can also be learning stations for other farmers. The average satisfaction level assessment result of the five leading farmers is 88%, while that of more than 800 participating trainees from all 13 workshops is more than 92%. Moreover, this system can help the participating farmers to reduce expenses or increase income by no less than 10%.

## สารบัญ

	(หน้า)
บทสรุปผู้บริหาร	i
บทคัดย่อภาษาไทย	v
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	vi
สารบัญตาราง	ix
สารบัญภาพ	xi
<b>บทที่ 1. บทนำ</b>	
ที่มาและความสำคัญของโครงการ	1
วัตถุประสงค์และขอบเขตของโครงการ	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
<b>บทที่ 2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</b>	
ทฤษฎีและแนวความคิด	5
ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
<b>บทที่ 3. ระเบียบวิธีวิจัย</b>	
วิธีการ/ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยและพัฒนา	9
- การพัฒนาเทคโนโลยีโดยการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ต้นแบบ	9
- กิจกรรมการพัฒนาบุคลากรและถ่ายทอดเทคโนโลยีด้านการเกษตร	12
<b>บทที่ 4. ผลการวิจัยและการวิจารณ์ผล</b>	
4.1) ออกแบบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และเซนเซอร์ วางแผนการใช้งานให้เหมาะสม	15
4.1.1. การออกแบบเซนเซอร์	15
4.1.2. การออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์	15
4.1.3. คุณสมบัติของระบบการตรวจวัดและควบคุมแบบไร้สาย	16
4.2) ทดสอบต้นแบบระดับห้องปฏิบัติการ (Lab test)	18
4.3) ผลการดำเนินงานในพื้นที่เป้าหมาย 5 แห่ง	21
4.3.1 ทุเรียน	21
4.3.2 ลำไย	35
4.3.3 มะเขือเทศ	50
4.3.4 เมล็ดพันธุ์เมลอน	66
4.3.5 เมล่อน	82

4.4) การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการร่วมกับ Smart farmer เผยแพร่ความรู้แก่เกษตรกรรายอื่นที่สนใจ	97
---	----

## **บทที่ 5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ**

5.1) สรุปผลการวิจัย	123
5.2) ข้อเสนอแนะ	129

### **บรรณานุกรม**

#### **ภาคผนวก**

- ภาคผนวก ก: การทดสอบความทนทานของอุปกรณ์
- ภาคผนวก ข: ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพีช 5 ชนิดในพื้นที่เป้าหมาย 5 แห่ง
- ภาคผนวก ค: หลักสูตรการอบรม จำนวน 5 หลักสูตร
- ภาคผนวก ง: การจัดอบรมภายใต้โครงการฯ
- ภาคผนวก จ: ครุภัณฑ์ภายใต้โครงการฯ

#### **ประวัติผู้วิจัย**

## สารบัญตาราง

(เนื้อหาสารบัญตาราง)	(หน้า)	
ตารางที่ 1	แผนดำเนินงานของโครงการฯ	13
ตารางที่ 2	การทดสอบความทนทานของอุปกรณ์	20
ตารางที่ 3	การออกแบบการติดตั้งอุปกรณ์ที่เหมาะสมกับสวนทุเรียน	21
ตารางที่ 4	จำนวนครั้งในการส่งข้อมูลของอุปกรณ์ที่ติดตั้งในภาคสนาม ณ สวนทุเรียนบัวแก้ว ต.วังจันทร์ อ.วังจันทร์ จ.ระยอง ในช่วงเดือนมิถุนายน-สิงหาคม 2565	27
ตารางที่ 5	ความต้องการน้ำของทุเรียนสวนบัวแก้ว จ.ระยอง	33
ตารางที่ 6	แบบประเมินความพึงพอใจของเกษตรกรผู้ปลูกทุเรียน สวนบัวแก้ว อ.วังจันทร์ จ.ระยอง	34
ตารางที่ 7	การออกแบบการติดตั้งอุปกรณ์ที่เหมาะสมกับสวนลำไย	35
ตารางที่ 8	จำนวนครั้งในการส่งข้อมูลของอุปกรณ์ที่ติดตั้งในภาคสนาม ณ สวนลำไย คุณสมมิตร บุญนาค ต.แม่หอพระ อ.แม่แตง จ.เชียงใหม่ ในช่วงเดือนมิถุนายน-สิงหาคม 2565	43
ตารางที่ 9	แสดงความต้องการน้ำของสวนลำไย ณ ศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพ การผลิตสินค้าเกษตร (ศูนย์เครือข่าย) ต.แม่หอพระ อ.แม่แตง จ.เชียงใหม่	48
ตารางที่ 10	แบบประเมินความพึงพอใจของเกษตรกรผู้ปลูกลำไย ต.แม่หอพระ อ.แม่แตง จ.เชียงใหม่	49
ตารางที่ 11	การออกแบบการติดตั้งอุปกรณ์ที่เหมาะสมกับการปลูกมะเขือเทศในโรงเรือน AGRITEC Station อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย จังหวัดปทุมธานี	50
ตารางที่ 12	จำนวนครั้งในการส่งข้อมูลของอุปกรณ์ที่ติดตั้งในภาคสนาม ณ โรงเรือนปลูกมะเขือเทศในพื้นที่ AGRITEC Station สวทช. ในช่วงเดือนมิถุนายน-สิงหาคม 2565	57
ตารางที่ 13	แบบประเมินความพึงพอใจของเกษตรกรผู้ปลูกมะเขือเทศ โรงเรือน AGRITEC Station อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี	65
ตารางที่ 14	การออกแบบการติดตั้งอุปกรณ์ที่เหมาะสมกับแปลงผลิตเมล็ดพันธุ์เมลอน	66
ตารางที่ 15	จำนวนครั้งในการส่งข้อมูลของอุปกรณ์ที่ติดตั้งในภาคสนาม ณ แปลงผลิตเมล็ดพันธุ์เมลอน ต.หนองโก อ.บรบือ จ.มหาสารคาม ในช่วงเดือนมิถุนายน-สิงหาคม 2565	74

ตารางที่ 16	ความต้องการน้ำของเมล็ดพันธุ์เมลอน ต.บ้านหนองโก อ.บรบือ จ.มหาสารคาม	80
ตารางที่ 17	แบบประเมินความพึงพอใจของเกษตรกรผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์เมลอน จ.มหาสารคาม	81
ตารางที่ 18	การออกแบบการติดตั้งอุปกรณ์ที่เหมาะสมกับโรงเรือนปลูกเมลอนผลสด ม.สวนดุสิต	82
ตารางที่ 19	จำนวนครั้งในการส่งข้อมูลของอุปกรณ์ที่ติดตั้งในภาคสนาม ณ โรงเรือนปลูกเมลอนผลสด ในพื้นที่ ม.สวนดุสิต วิทยาเขตสุพรรณบุรี ในช่วงเดือนมิถุนายน-สิงหาคม 2565	89
ตารางที่ 20	แบบประเมินความพึงพอใจของเกษตรกรผู้ปลูกเมลอนผลสด มหาวิทยาลัย สวนดุสิต วิทยาเขตสุพรรณบุรี ต.โคกโคเต่า อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี	96
ตารางที่ 21	สรุปรวมกิจกรรมการอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อถ่ายทอดความรู้ ให้แก่เกษตรกรแกนนำและเกษตรกรทั่วไปตลอดระยะเวลาโครงการ	97
ตารางที่ 22	สรุปผลการวิจัยตามเป้าหมายและตัวชี้วัดของโครงการฯ	123
ตารางที่ 23	ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบต้นแบบเทคโนโลยี การตรวจวัดและควบคุมแบบไร้สาย ภายใต้โครงการฯ จากเกษตรกรในพื้นที่เป้าหมายทั้ง 5 ราย	128

## สารบัญภาพ

(เนื้อหาสารบัญภาพ)	(หน้า)
ภาพที่ 1 ส่วนประกอบของระบบการให้น้ำอัตโนมัติสำหรับพืชและคุณสมบัติของอุปกรณ์	7
ภาพที่ 2 แผนผังระบบควบคุมการให้น้ำพืชแปลงใหญ่ แบบไร้สาย	11
ภาพที่ 3 แผนผังระบบควบคุมในโรงเรือนแบบไร้สาย	11
ภาพที่ 4 ระบบควบคุมในโรงเรือนเกษตรแบบไร้สาย (ก) และระบบควบคุมการให้น้ำพืชแปลงใหญ่แบบไร้สาย (ข)	18
ภาพที่ 5 อุปกรณ์ตู้ควบคุมปั้มน้ำ ตู้รับส่งสัญญาณ ตู้เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ และความชื้นอากาศ ตู้เซนเซอร์วัดความชื้นดินและตู้ Router	19
ภาพที่ 6 ค่าที่วัดได้จากเซนเซอร์วัดความชื้นดิน เซนเซอร์อุณหภูมิความชื้นอากาศ และเซนเซอร์วัดความเข้มแสง เป็นเวลา 1 เดือน	20
ภาพที่ 7 ผังการติดตั้งอุปกรณ์ในสวนทุเรียนบัวแก้ว ต.วังจันทร์ อ.วังจันทร์ จ.ระยอง	23
ภาพที่ 8 ผังตำแหน่งการติดตั้งระบบการให้น้ำอัตโนมัติสำหรับพืช และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องโดยสังเขป	24
ภาพที่ 9 วงจรควบคุมปั้มน้ำจำนวน 1 ชุด ควบคุมปั้มน้ำขนาด 2 แรงม้า ไฟฟ้า 220V	25
ภาพที่ 10 จุดติดตั้งอุปกรณ์อ่านค่า/ส่งข้อมูลสำหรับเชื่อมต่อเซ็นเซอร์	25
ภาพที่ 11 Wireless module วัดความเข้มแสง อุณหภูมิ ความชื้นอากาศและความชื้นดิน	26
ภาพที่ 12 การติดตั้งกล้องวงจรปิด CCTV ณ สวนทุเรียนบัวแก้ว ต.วังจันทร์ อ.วังจันทร์ จ.ระยองและภาพการทำงานของกล้อง	26
ภาพที่ 13 จำนวนครั้ง (ครั้งต่อวัน) และเปอร์เซ็นต์ (%) ในการส่งข้อมูล ณ สวนทุเรียนบัวแก้ว ต.วังจันทร์ อ.วังจันทร์ จ.ระยอง ในช่วงเดือนมิถุนายน-สิงหาคม 2565	28
ภาพที่ 14 ข้อมูลสภาพอากาศจากเซนเซอร์วัดความชื้นดิน อุณหภูมิ ความชื้นอากาศ และความเข้มแสง ณ สวนทุเรียนบัวแก้ว ต.วังจันทร์ อ.วังจันทร์ จ.ระยอง ในช่วงเดือนมีนาคม 2565-ตุลาคม 2566	29
ภาพที่ 15 ผังการติดตั้งอุปกรณ์ในสวนลำไย ต.แม่ทองพระ อ.แม่แตง จ.เชียงใหม่	37
ภาพที่ 16 ผังตำแหน่งการติดตั้งระบบการให้น้ำอัตโนมัติสำหรับพืช และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องโดยสังเขป	38
ภาพที่ 17 เกษตรกรเตรียมความพร้อมสถานที่และระบบไฟฟ้าก่อนการติดตั้ง	39
ภาพที่ 18 จุดติดตั้งอุปกรณ์อ่านค่า/ส่งข้อมูลสำหรับเชื่อมต่อเซ็นเซอร์ และอุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณภาพกล้อง CCTV	39

ภาพที่ 19	ระบบไฟฟ้าไปยังตำแหน่งที่ติดตั้งอุปกรณ์ภายในแปลง ประกอบด้วย ตำแหน่งติดตั้งเซ็นเซอร์ และกล้องวงจรปิด CCTV	39
ภาพที่ 20	วงจรควบคุมปั้มน้ำจำนวน 1 ชุด ควบคุมปั้มน้ำขนาด 2 แรงม้า ไฟฟ้า 220V	40
ภาพที่ 21	การติดตั้งอุปกรณ์อ่านค่า/ส่งข้อมูลสำหรับเชื่อมต่อเซ็นเซอร์	40
ภาพที่ 22	คุณสมบัติอุปกรณ์อ่านค่า/ส่งข้อมูลสำหรับเชื่อมต่อเซ็นเซอร์	41
ภาพที่ 23	Wireless module วัดความเข้มแสง อุณหภูมิ ความชื้นอากาศ	41
ภาพที่ 24	Wireless module วัดความชื้นดิน	41
ภาพที่ 25	การติดตั้งกล้องวงจรปิด CCTV ณ สวนลำไย ตำบลแม่หอพระ อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ และภาพการทำงานของกล้องวงจรปิด	42
ภาพที่ 26	จำนวนครั้ง (ครั้งต่อวัน) และเปอร์เซ็นต์ (%) ในการส่งข้อมูล ณ สวนลำไย ต.แม่หอพระ อ.แม่แตง จ.เชียงใหม่ ในช่วงเดือนมิถุนายน-สิงหาคม 2565	44
ภาพที่ 27	ข้อมูลสภาพอากาศจากเซนเซอร์วัดความชื้นดิน อุณหภูมิ ความชื้นอากาศ และความเข้มแสง ณ สวนลำไย ต.แม่หอพระ อ.แม่แตง จ.เชียงใหม่ ในเดือนมีนาคม 2565-ตุลาคม 2566	45
ภาพที่ 28	ผังการติดตั้งอุปกรณ์ในโรงเรือนปลูกมะเขือเทศ AGRITEC Station อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย จังหวัดปทุมธานี	52
ภาพที่ 29	ผังตำแหน่งการติดตั้งระบบการให้น้ำอัตโนมัติสำหรับพืช และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องโดยสังเขป	53
ภาพที่ 30	ระบบไฟฟ้าไปยังตำแหน่งที่ติดตั้งเซ็นเซอร์และกล้องวงจรปิด CCTV	54
ภาพที่ 31	การติดตั้งอุปกรณ์อ่านค่า/ส่งข้อมูลสำหรับเชื่อมต่อเซ็นเซอร์	54
ภาพที่ 32	คุณสมบัติอุปกรณ์อ่านค่า/ส่งข้อมูลสำหรับเชื่อมต่อเซ็นเซอร์	55
ภาพที่ 33	Wireless module วัดความเข้มแสง อุณหภูมิ ความชื้นอากาศ	56
ภาพที่ 34	Wireless module วัดความชื้นดิน	56
ภาพที่ 35	การติดตั้งกล้องวงจรปิด CCTV ณ โรงเรือน AGRITEC Station อุทยานวิทยาศาสตร์ ประเทศไทย จ.ปทุมธานี และภาพการทำงานของกล้องวงจรปิด CCTV	57
ภาพที่ 36	จำนวนครั้ง (ครั้งต่อวัน) และเปอร์เซ็นต์ (%) ในการส่งข้อมูล ณ โรงเรือนปลูกมะเขือเทศ AGRITEC Station สวทช. จ.ปทุมธานี ในเดือนมิถุนายน-สิงหาคม 2565	58
ภาพที่ 37	ข้อมูลสภาพอากาศจากเซนเซอร์วัดความชื้นดิน อุณหภูมิ ความชื้นอากาศ และความเข้มแสง ณ โรงเรือนปลูกมะเขือเทศ ในพื้นที่ AGRITEC Station สวทช. ในช่วงเดือนมีนาคม 2565-ตุลาคม 2566	59

ภาพที่ 38	ผังการติดตั้งอุปกรณ์ในแปลงผลิตเมล็ดพันธุ์เมลอน ต.หนองโก อ.บรบือ จ.มหาสารคาม	68
ภาพที่ 39	ผังตำแหน่งการติดตั้งระบบการให้น้ำอัตโนมัติสำหรับพืช และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องโดยสังเขป	69
ภาพที่ 40	จุดติดตั้งอุปกรณ์อ่านค่า/ส่งข้อมูลสำหรับเชื่อมต่อเซ็นเซอร์ และอุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณภาพกล้อง CCTV	70
ภาพที่ 41	ระบบไฟฟ้าไปยังตำแหน่งที่ติดตั้งอุปกรณ์ภายในแปลง ประกอบด้วย ตำแหน่งติดตั้งเซ็นเซอร์ และกล้องวงจรปิด CCTV	70
ภาพที่ 42	วงจรควบคุมปั้มน้ำจำนวน 1 ชุด ควบคุมปั้มน้ำขนาด 2 แรงม้า ไฟฟ้า 220V	70
ภาพที่ 43	การติดตั้งอุปกรณ์อ่านค่า/ส่งข้อมูลสำหรับเชื่อมต่อเซ็นเซอร์	71
ภาพที่ 44	คุณสมบัติอุปกรณ์อ่านค่า/ส่งข้อมูลสำหรับเชื่อมต่อเซ็นเซอร์	72
ภาพที่ 45	Wireless module วัดความเข้มแสง อุณหภูมิ ความชื้นอากาศ	72
ภาพที่ 46	Wireless module วัดความชื้นดิน	72
ภาพที่ 47	การติดตั้งกล้องวงจรปิด CCTV ณ แปลงผลิตเมล็ดพันธุ์เมลอน ต.หนองโก อ.บรบือ จ.มหาสารคาม และภาพการทำงานของกล้อง	73
ภาพที่ 48	จำนวนครั้ง (ครั้งต่อวัน) และเปอร์เซ็นต์ (%) ในการส่งข้อมูล ณ แปลงผลิตเมล็ดพันธุ์เมลอน ต.หนองโก อ.บรบือ จ.มหาสารคาม ในช่วงเดือนมิถุนายน-สิงหาคม 2565	75
ภาพที่ 49	ข้อมูลสภาพอากาศจากเซ็นเซอร์วัดความชื้นดิน อุณหภูมิ ความชื้นอากาศ และความเข้มแสง ณ แปลงผลิตเมล็ดพันธุ์เมลอน ต.หนองโก อ.บรบือ จ.มหาสารคาม ในช่วงเดือนมีนาคม 2565-ตุลาคม 2566	77
ภาพที่ 50	ผังการติดตั้งอุปกรณ์ในโรงเรือนปลูกเมลอนผลสด ม.สวนดุสิต จ.สุพรรณบุรี	84
ภาพที่ 51	ผังตำแหน่งการติดตั้งระบบการให้น้ำอัตโนมัติสำหรับพืช และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องโดยสังเขป	85
ภาพที่ 52	ระบบไฟฟ้าไปยังตำแหน่งที่ติดตั้งเซ็นเซอร์ และกล้องวงจรปิด CCTV ภายในแปลง	86
ภาพที่ 53	การติดตั้งอุปกรณ์อ่านค่า/ส่งข้อมูลสำหรับเชื่อมต่อเซ็นเซอร์	86
ภาพที่ 54	คุณสมบัติอุปกรณ์อ่านค่า/ส่งข้อมูลสำหรับเชื่อมต่อเซ็นเซอร์	87
ภาพที่ 55	Wireless module วัดความเข้มแสง อุณหภูมิ ความชื้นอากาศ	88
ภาพที่ 56	Wireless module วัดความชื้นดิน	88

ภาพที่ 57	การติดตั้งกล้องวงจรปิด CCTV ณ โรงเรือนปลูกเมลอนผลสด สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยสวนดุสิต จังหวัดสุพรรณบุรี และภาพการทำงานของกล้องวงจรปิด CCTV	89
ภาพที่ 58	จำนวนครั้ง (ครั้งต่อวัน) และเปอร์เซ็นต์ (%) ในการส่งข้อมูล ณ โรงเรือนปลูกเมลอนผลสด ณ ม.สวนดุสิต วิทยาเขตสุพรรณบุรี ในช่วงเดือนมิถุนายน-สิงหาคม 2565	90
ภาพที่ 59	ข้อมูลสภาพอากาศจากเซนเซอร์วัดความชื้นดิน อุณหภูมิ ความชื้นอากาศ และความเข้มแสง ณ โรงเรือนปลูกเมลอนผลสด มหาวิทยาลัยสวนดุสิต วิทยาเขต สุพรรณบุรี ในช่วงเดือนมีนาคม 2565-ตุลาคม 2566	91
ภาพที่ 60	การอบรมเชิงปฏิบัติการ นายสมบุรณ์ งามเสงี่ยม ณ วันที่ 13 มิถุนายน 2565 ณ สวนทุเรียนบัวแก้ว ต.วังจันทร์ อ.วังจันทร์ จ.ระยอง	102
ภาพที่ 61	คุณสมบุรณ์ งามเสงี่ยม ได้รับการคัดเลือกเป็น “คนต้นแบบ เกษตรกรยุคใหม่ใน พื้นที่ EEC” และได้เผยแพร่องค์ความรู้สื่อสังคมออนไลน์ ผ่าน YouTube	102
ภาพที่ 62	การประชุมวางแผนการสร้างองค์ความรู้แก่เกษตรกรในการผลิต ลำไยคุณภาพ ร่วมกับ ผศ.ดร.วินัย วิริยะอลงกรณ์ วันที่ 5 พฤษภาคม 2565 online ผ่านระบบ Webex meeting	103
ภาพที่ 63	การอบรมเชิงปฏิบัติการของ นางสาวเกศรินทร์ บุญนาค (บุตรสาวของเกษตรกร ต้นแบบ) เมื่อวันที่ 15 มิถุนายน 2565 online ผ่านระบบ Webex meeting	104
ภาพที่ 64	การประชุมเพื่อวางแผนการสร้างองค์ความรู้ให้แก่เกษตรกร ในการผลิตลำไยคุณภาพ ร่วมกับ ผศ.ดร.อารักษ์ ชีร์อำพน เมื่อวันที่ 10 มิถุนายน 2565 online ผ่านระบบ Webex meeting	105
ภาพที่ 65	การอบรมเชิงปฏิบัติการแก่ นายแสวง วงวิเศษ (สามีของเกษตรกรต้นแบบ) เมื่อวันที่ 17 มิถุนายน 2565 online ผ่านระบบ Zoom meeting	105
ภาพที่ 66	การอบรมเชิงปฏิบัติการ เจ้าหน้าที่ สท. สวทช. วันที่ 30 พฤษภาคม 2565 ณ AGRITEC Station สวทช. ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี	107
ภาพที่ 67	การอบรมเชิงปฏิบัติการแก่ นายธนากร บุญกล้า และเจ้าหน้าที่ มหาวิทยาลัยสวนดุสิต วิทยาเขตสุพรรณบุรี เมื่อวันที่ 22 มิถุนายน 2565 online ผ่านระบบ Webex meeting	108
ภาพที่ 68	ตัวอย่างผลผลิตเมลอนของ “หอมขจรฟาร์ม”	109

<b>ภาพที่ 69</b>	ตัวอย่างภาพกิจกรรมใน “การอบรมเชิงปฏิบัติการ กิจกรรมจัดงาน วันถ่ายทอดความรู้ลำไย (Field day)” ณ แปลงลำไย นายสมมิตร บุญนาค วันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2565	110
<b>ภาพที่ 70</b>	ตัวอย่างภาพกิจกรรมในการอบรมเชิงปฏิบัติการ “การปลูกมะเขือเทศ แบบครบวงจรให้ได้คุณภาพ” วันที่ 14-15 มีนาคม 2565 ณ อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย จังหวัดปทุมธานี	111
<b>ภาพที่ 71</b>	ตัวอย่างภาพกิจกรรมในการอบรมเชิงปฏิบัติการ “การใช้เทคโนโลยีระบบวัด ความต้องการของพืชแบบไร้สายเพื่อการผลิตลำไยให้ได้คุณภาพ” วันที่ 26 พฤษภาคม 2565 ณ ศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร (ศูนย์เครือข่าย) แปลงลำไย นายสมมิตร บุญนาค ต.แม่หอพระ อ.แม่แตง จ.เชียงใหม่	112
<b>ภาพที่ 72</b>	ตัวอย่างภาพกิจกรรมใน “การอบรมเชิงปฏิบัติการ การออกแบบระบบน้ำ เพื่อการเกษตรเบื้องต้น” วันที่ 31 ตุลาคม 2565 ณ อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย	113
<b>ภาพที่ 73</b>	ตัวอย่างภาพกิจกรรมใน “การอบรมเชิงปฏิบัติการ การบริหารจัดการน้ำ ที่เหมาะสมตามความต้องการพืชไร่” วันที่ 23 ธันวาคม 2565 ณ แปลงวิจัยและทดสอบพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	114
<b>ภาพที่ 74</b>	ตัวอย่างภาพกิจกรรมใน “การอบรมเชิงปฏิบัติการ การออกแบบระบบน้ำ เพื่อการเกษตรเบื้องต้น” วันที่ 31 มกราคม 2566 ณ อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย จ.ปทุมธานี	115
<b>ภาพที่ 75</b>	ตัวอย่างภาพกิจกรรมใน “การอบรมเชิงปฏิบัติการ การออกแบบระบบน้ำ เพื่อการเกษตร” วันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2566 ณ อุทยานวิทยาศาสตร์ ประเทศไทย จ.ปทุมธานี	116
<b>ภาพที่ 76</b>	ตัวอย่างภาพกิจกรรมใน “การอบรมเชิงปฏิบัติการ การบริหารจัดการแปลง และการผลิตลำไยคุณภาพด้วยระบบ Wireless Sensor” วันที่ 4 กรกฎาคม 2566 ณ ศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร (ศูนย์เครือข่าย) แปลงลำไย นายสมมิตร บุญนาค อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่	117
<b>ภาพที่ 77</b>	ตัวอย่างภาพกิจกรรมใน “การอบรมเชิงปฏิบัติการ การปลูกเมลอนให้กับเครือข่าย Mini Farm และการออกแบบวางระบบน้ำเบื้องต้นที่เหมาะสมกับความต้องการ ของพืชร่วมกับเทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะ (Wireless Sensor)” วันที่ 6 ตุลาคม 2566 ณ มหาวิทยาลัยสวนดุสิต วิทยาเขตสุพรรณบุรี	118

- ภาพที่ 78** ตัวอย่างภาพกิจกรรมใน “การอบรมเชิงปฏิบัติการ การออกแบบวางระบบน้ำเบื้องต้นที่เหมาะสมกับความต้องการของพืชร่วมกับเทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะ (Wireless Sensor)” วันที่ 31 ตุลาคม 2566 ณ ศูนย์เกษตรเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพันธุ์พืช ตำบลวังไชย อำเภอศรีประจักษ์ จังหวัดมหาสารคาม 119
- ภาพที่ 79** ตัวอย่างภาพกิจกรรมใน “การอบรมการใช้น้ำอย่างรู้คุณค่าสำหรับเกษตรกร โครงการส่งเสริมการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำในระดับไร่นา ปี 2567” วันที่ 22 พฤศจิกายน 2566 ณ คูโบต้าฟาร์ม ตำบลหนองอิรุณ อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี 120
- ภาพที่ 80** ตัวอย่างภาพกิจกรรมใน “การอบรมการใช้น้ำอย่างรู้คุณค่าสำหรับเกษตรกร โครงการส่งเสริมการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำในระดับไร่นา ปี 2567” วันที่ 24 พฤศจิกายน 2566 ณ สวนบัวแก้ว ต.วังจันทร์ อ.วังจันทร์ จ.ระยอง 121
- ภาพที่ 81** ตัวอย่างภาพกิจกรรมใน “Smart Farming Smart Branding: คิดสร้างขาย” วันที่ 30 พฤศจิกายน-1 ธันวาคม 2566 ณ อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย จังหวัดปทุมธานี 122

# บทที่ 1

## บทนำ

### ที่มาและความสำคัญของโครงการ

ปัจจุบันทุกประเทศในโลกตระหนักถึงความสำคัญของสุขภาพรวมถึงการป้องกันและรักษาโรคร้าย อีกทั้งจำนวนประชากรในภาพรวมของโลกมีแนวโน้มสูงขึ้น ดังนั้น ทุกประเทศจึงหันมาให้ความสำคัญในเรื่องของอาหารปลอดภัยและอาหารขาดแคลน นอกจากนี้ เกษตรกรรมยังมีความเสี่ยงจากผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) อันก่อให้เกิดความเสียหายหรือความสูญเสียของผลิตผลทางการเกษตร เช่น ฝนแล้ง ฝนผิดฤดูกาล ฤดูกาลเปลี่ยนแปลง ภัยธรรมชาติ ความเสี่ยงต่อโรคและแมลงศัตรูพืช การขาดแคลนทรัพยากรน้ำ และต้องใช้ทรัพยากรให้คุ้มค่า ซึ่งการบริหารจัดการต่างๆ ที่เหมาะสมและเทคโนโลยีสมัยใหม่ จะช่วยควบคุมการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าและป้องกันความเสี่ยงต่างๆ เหล่านี้ได้ ภาคอุตสาหกรรมการเกษตรจึงมีความตื่นตัวและให้ความสำคัญอย่างมากกับโอกาสทางธุรกิจดังกล่าวข้างต้น การเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรที่มีคุณภาพสูงในปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภค จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องใช้เทคโนโลยีเกษตรสมัยใหม่หรือเกษตรอัจฉริยะ (Smart Farm) แม้ว่าประเทศไทยตั้งอยู่ในภูมิภาคที่เหมาะสมทางการเกษตร แต่ยังคงขาดองค์ความรู้ในการปลูกพืชที่มีผลผลิตสูงในพื้นที่แปลงปลูกขนาดใหญ่ (เกษตรแปลงใหญ่) ซึ่งปัจจัยหนึ่งที่สำคัญในการทำเกษตรแปลงใหญ่คือ เกษตรกรต้องมีความรู้ในเรื่องความต้องการของพืชตลอดระยะเวลาการปลูก (Crop Requirement) และยังคงขาดเทคโนโลยีเกษตรสมัยใหม่ที่ช่วยเพิ่มผลผลิต

การเพิ่มพูนความรู้ในการสร้างสูตรการปลูกตามความต้องการของพืช (Crop Requirement) และเทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะ (Smart Farm) คือเทคโนโลยีระบบติดตามข้อมูลและควบคุมสถานะแวดล้อมในการปลูกพืชและควบคุมการให้น้ำพืชโดยใช้เทคโนโลยีเซนเซอร์ (Sensor) แบบมีสายสัญญาณ ควบคู่กับการให้น้ำพืชแบบกำหนดเวลา (Timer) ที่ สวทช. ได้ทดลองใช้ในแปลงทดลองปลูกพืชขนาดเล็กมาแล้วนั้น อาทิ เทคโนโลยีโรงเรือนและระบบควบคุมต่างๆ (Smart Knock-down Greenhouse) เพื่อช่วยควบคุมปัจจัยการผลิต และยกระดับผลผลิตให้มีความปลอดภัย เทคโนโลยีระบบควบคุมน้ำในพืชไร่/พืชสวนอัจฉริยะ (Open Farm) เพื่อให้การให้น้ำแก่พืชมีความแม่นยำ เพราะโดยหลักการให้น้ำแก่พืชนั้น ต้องให้น้ำตามความต้องการของพืชและความสามารถของดินที่จะอุ้มน้ำได้ ซึ่งเทคโนโลยีเหล่านี้เป็นสิ่งสำคัญที่เกษตรกรทุกคนควรได้รับการถ่ายทอดองค์ความรู้ คณะนักวิจัยจึงได้มีการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการพืช ข้อมูลผลผลิตและคุณภาพผลผลิตมาวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลด้านสถานะแวดล้อมที่ถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูล เพื่อให้ได้ค่าความต้องการของพืชที่เหมาะสม (Crop requirement) ซึ่งเกษตรกรสามารถนำข้อมูลเหล่านี้ไปใช้เพื่อลดความเสียหายและ

เพิ่มศักยภาพในการผลิต เป็นรากฐานของการสร้างนวัตกรรมทางเทคโนโลยีการเกษตรของประเทศ ไทยตามนโยบายไทยแลนด์ 4.0 และเป็นการลดการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศ จึงมีความ จำเป็นอย่างยิ่งที่ทุกฝ่ายต้องร่วมมือกันขยายผลการทดลองสำหรับเกษตรกรแปลงใหญ่ให้สำเร็จโดยเร็ว เพราะการแข่งขันทางธุรกิจในโลกนี้เปลี่ยนไปอย่างมากจากยุค “ปลาใหญ่กินปลาเล็ก” เข้าสู่ยุค “ปลาเร็วกินปลาช้า”

จากการขยายผลเทคโนโลยีเกษตรสมัยใหม่ที่ผ่านมา พบว่าเทคโนโลยีเกษตรสมัยใหม่ยังเป็น เรื่องใหม่ของเกษตรกรไทย ถึงแม้ว่าเกษตรกรจะทราบว่าเทคโนโลยีใหม่ี่สามารถช่วยเพิ่ม ประสิทธิภาพและลดต้นทุนได้ แต่เทคโนโลยียังอยู่ในสถาบันการศึกษา/หน่วยวิจัย เกษตรกรเข้าถึง เทคโนโลยีได้ยาก ยังไม่มีต้นแบบและข้อมูลที่แสดงได้ชัดเจน ผลการศึกษาจากหน่วยวิจัยและ สถาบันการศึกษาจะจัดกระจายและเป็นต้นแบบในระดับเริ่มต้น ยังไม่สามารถนำไปขยายผลในวง กว้างได้ ทั้งนี้ เป็นเพราะไม่สามารถสร้างอุปกรณ์ให้มากเพียงพอในการทดสอบร่วมกับเกษตรกร ด้วย ปัญหาข้างต้น ทำให้เกษตรกรรวมทั้งผู้ประกอบการรายย่อย (SME) ยังไม่สามารถเข้าถึงเทคโนโลยี เกษตรสมัยใหม่ได้ อย่างเช่น โรงเรือนอัจฉริยะพร้อมระบบติดตามและควบคุมการให้น้ำสำหรับพืชไร่/ พืชสวนอัตโนมัติ เป็นต้น ทั้งนี้เป็นเพราะยังมีต้นแบบเทคโนโลยีที่พร้อมใช้น้อย เทคโนโลยีบางส่วนที่ กระจายในสถาบันการศึกษาต่างๆ และก็เป็นเพียงในระดับห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์เซ็นเซอร์ซื้อหาจาก แหล่งที่ไม่มีคุณภาพ เป็นการสั่งซื้อแล้วนำมาประกอบใช้เอง ทำให้อุปกรณ์ไม่ได้มาตรฐาน รวมถึง เกษตรกรยังไม่มีแหล่งเรียนรู้เทคโนโลยีเกษตรสมัยใหม่ที่มีความพร้อมที่จะให้เกษตรกรเข้ามาเรียนรู้ ปฏิบัติจากวิทยากรได้อย่างจริงจัง

นอกจากนี้จากประสบการณ์การดำเนินงานที่ผ่านมา พบว่าข้อจำกัดของอุปกรณ์ในการใช้ งานนั้น คือ ระยะทางในการส่งสัญญาณระหว่างตัวเซนเซอร์และอุปกรณ์ประมวลผล ซึ่งส่งสัญญาณได้ ไกลสุดประมาณ 15 เมตรตามความยาวของสายเซนเซอร์ ทำให้ต้องเพิ่มอุปกรณ์ควบคุมสำหรับอ่าน ค่าเซนเซอร์ โดยกรณีเกษตรกรแปลงใหญ่จะทำให้เพิ่มค่าใช้จ่ายอุปกรณ์ควบคุมมากขึ้น ดังนั้น คณะผู้ ทำงานจึงต้องการจะพัฒนาต้นแบบอุปกรณ์การวัดความต้องการของพืชแบบไร้สายเพื่อให้สามารถส่ง สัญญาณได้ไกลยิ่งขึ้น มีความเสถียรของสัญญาณมากขึ้น และการพัฒนาอุปกรณ์การวัดความต้องการ ของพืชแบบไร้สายนี้ จะตอบโจทย์การทำเกษตรแปลงใหญ่อีกด้วย

คณะนักวิจัยจึงเสนอโครงการนี้ โดยมุ่งเน้นที่จะพัฒนาเทคโนโลยีที่เกี่ยวกับเกษตรแม่นยำและ ขยายผลการศึกษาจากหน่วยวิจัยและสถาบันการศึกษา เพื่อพัฒนาต้นแบบในแปลงสาธิตในระดับที่ เกษตรกรสามารถใช้ประโยชน์เชิงธุรกิจได้จริง ให้เกษตรกรได้เข้าถึงเทคโนโลยีมากขึ้น รวมถึงพัฒนา หลักสูตรที่ครอบคลุมทั้งด้านการผลิตพืช การใช้ IOT ที่พัฒนาจากโครงการ และด้านการตลาด แล้ว อบรมถ่ายทอดความรู้ให้แก่เกษตรกร พร้อมทั้งสร้างเกษตรกรแกนนำที่จะขยายผลองค์ความรู้ต่อไป

### วัตถุประสงค์และขอบเขตของโครงการ

- เพื่อพัฒนาหลักสูตรอบรมเกี่ยวกับเกษตรแม่นยำ การบริหารจัดการพืชที่เหมาะสม ทั้งเชิงเทคนิคทางวิชาการและเชิงธุรกิจให้แก่เกษตรกร
- เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีการวัดความต้องการของพืชแบบไร้สาย สำหรับการเกษตรแบบแม่นยำเพื่อประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับการปลูกพืชในระบบแปลงเปิด (Open farm) และระบบโรงเรือน (Greenhouse) สำหรับเกษตรกรรายย่อยและเกษตรกรแปลงใหญ่
- เพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้และเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นให้แก่เกษตรกร ผ่านรูปแบบการอบรมและการสาธิตในแหล่งเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นในโครงการ

### พื้นที่ดำเนินการ

- AGRITEC Station สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สวทช.) อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี
- แปลงสาธิตของเกษตรกร 3 แห่ง ได้แก่ สวนบัวแก้ว ต.วังจันทร์ อ.วังจันทร์ จ.ระยอง สวนลำไย ต.แม่หอพระ อ.แม่แตง จ.เชียงใหม่ และสวนผลิตเมล็ดพันธุ์เมลอน ต.หนองโก อ.บรบือ จ.มหาสารคาม
- โรงเรือนปลูกเมลอน สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยสวนดุสิต วิทยาเขตสุพรรณบุรี ต.โคกโคเฒ่า อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี

### ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

#### เชิงคุณภาพ

1. เกษตรกรมีการนำเทคโนโลยีเข้าไปร่วมกับวิถีปฏิบัติของการดูแลรักษาพืชไร่/พืชสวน
2. เกษตรกรมีเทคโนโลยีที่จะช่วยติดตามและควบคุมปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อมของพืชไร่/พืชสวน
3. เกษตรกรมีสถานที่และองค์ความรู้ ที่สามารถใช้เรียนรู้ ถ่ายทอดและทดสอบกิจกรรมต่างๆ ที่เสริมสร้างความรู้ ความเข้าใจในการใช้เทคโนโลยีทางการเกษตร เพื่อประยุกต์ใช้กับการบริหารจัดการการเกษตรของตนเอง

#### เชิงปริมาณ

1. มีอุปกรณ์ต้นแบบการวัดความต้องการของพืช พร้อมระบบ Software สั่งการควบคุมแบบไร้สายที่สอดคล้องกับความต้องการของเกษตรกรและเหมาะสมกับพื้นที่ ซึ่งผ่านการทดสอบในระดับภาคสนามแล้วจำนวน 5 ชุด

2. มีแหล่งเรียนรู้ที่มีอุปกรณ์ต้นแบบการวัดความต้องการของพืชและสั่งการควบคุมแบบไร้สายที่สอดคล้องกับความต้องการของเกษตรกรและเหมาะสมกับพื้นที่ ซึ่งติดตั้งและสามารถใช้งานได้เป็นผลสำเร็จในพื้นที่ไม่น้อยกว่า 5 แห่ง โดยเป็นการปลูกพืชในระบบแปลงเปิด (Open farm) และระบบโรงเรือน (Greenhouse) สำหรับเกษตรกรรายย่อยและแปลงใหญ่
3. หลักสูตรอบรมที่ครอบคลุมทั้งด้านกระบวนการผลิตพืชปลอดภัยที่ถูกต้องตามหลักวิชาการด้านการใช้ IOT ที่พัฒนาจากโครงการ และด้านการตลาดสำหรับ Smart farmer ไม่น้อยกว่า 5 หลักสูตร
4. จำนวนเกษตรกรที่ได้รับการถ่ายทอดองค์ความรู้จากหลักสูตรอบรม ไม่น้อยกว่า 300 คน
5. สามารถลดค่าใช้จ่ายหรือเพิ่มรายได้ให้เกษตรกรที่ร่วมโครงการได้ไม่น้อยกว่า 10%

## บทที่ 2

### ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### ทฤษฎีและแนวความคิด

การศึกษาสภาวะแวดล้อมและความต้องการของพืชในช่วงอายุต่างๆ (Crop requirement) โดยใช้เทคโนโลยีเซนเซอร์ (Sensor) ควบคู่กับการใช้ไทม์เมอร์ (Timer) ร่วมกับการใช้หลักการของการให้น้ำพืช คือ การให้น้ำตามความต้องการของพืช เมื่อได้ข้อมูล (Data) แล้ว ข้อมูลดังกล่าวจะถูกเก็บไว้ที่ฐานข้อมูลและจะถูกนำมาใช้ประมวลผลจนกลายเป็นข้อมูลสารสนเทศ (Information) และท้ายสุดจะเป็นข้อมูลความต้องการของพืช (Crop requirement) เพื่อให้การบริหารจัดการทรัพยากรในการผลิตที่มีอยู่อย่างจำกัด ให้มีประสิทธิภาพมากที่สุดและสามารถเพิ่มผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่ให้มากขึ้น สามารถลดต้นทุน และยกระดับมาตรฐานการผลิต ภายใต้การทำการเกษตรที่มีความเสี่ยงจากผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) อันก่อให้เกิดความเสียหายหรือความสูญเสียของผลิตผลทางการเกษตร เช่น ฝนแล้ง ฝนผิดปกติ น้ำท่วม อากาศร้อน หนาว ความเสี่ยงต่อโรคและแมลงศัตรู ซึ่งการบริหารจัดการต่าง ๆ นี้ จะช่วยควบคุมการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า และการป้องกันความเสี่ยงต่างๆ เหล่านี้ จำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือ หรือเทคโนโลยีต่างๆ เข้ามาช่วย อาทิ เทคโนโลยีโรงเรือนและระบบควบคุมต่างๆ (Smart Knock-down Greenhouse) เพื่อช่วยควบคุมปัจจัยการผลิต และยกระดับผลผลิตที่มีความปลอดภัย เทคโนโลยีระบบควบคุมน้ำในพืชไร่/พืชสวนอัจฉริยะ (Open farm) เพื่อให้การให้น้ำแก่พืชมีความแม่นยำ เพราะโดยหลักการให้น้ำแก่พืชแล้ว ต้องให้น้ำตามความต้องการของพืชและความสามารถของดินที่จะอุ้มน้ำได้ ซึ่งเทคโนโลยีเหล่านี้เป็นเครื่องมือสำคัญที่เกษตรกรทุกคนควรได้รับการถ่ายทอดองค์ความรู้ เพื่อเป็นรากฐานของการสร้างนวัตกรรมทางเทคโนโลยีการเกษตรที่จะนำประเทศไปสู่การพัฒนาตามนโยบาย ไทยแลนด์ 4.0

#### กรอบแนวคิดหรือรายละเอียดด้านเทคนิค

- **แนวทางดำเนินโครงการ**

เนื่องจากทางสถาบันการจัดการเทคโนโลยีและนวัตกรรมเกษตร (สท.) ได้ถ่ายทอดเทคโนโลยีและนวัตกรรมเกษตรอัจฉริยะให้เกษตรกรมาก่อนหน้านี้ และจากการดำเนินงานที่ผ่านมาพบว่าข้อจำกัดของอุปกรณ์ในการใช้งานนั้น คือ ระยะทางในการส่งสัญญาณระหว่างตัวเซนเซอร์และอุปกรณ์ประมวลผล ดังนั้น คณะผู้วิจัยจึงต้องการจะพัฒนาต้นแบบอุปกรณ์การวัดความต้องการของพืชแบบไร้สายเพื่อให้สามารถส่งสัญญาณได้ไกลยิ่งขึ้น มีความเสถียรของสัญญาณมากขึ้น อีกทั้งยังต้องการสร้างแหล่งเรียนรู้เพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้ทางด้าน

การเกษตรให้แก่เกษตรกร ในขั้นต้นจะเป็นการอบรมเชิงปฏิบัติการ โดยนักวิจัยที่เป็นเจ้าของผลงานวิจัยร่วมเป็นวิทยากร ในระยะกลางจะทำการคัดเลือกเกษตรกรตัวอย่าง (Smart farmer) ในแต่ละพืชตัวอย่างเพื่อทดสอบอุปกรณ์ และพัฒนาบุคลากรทางการเกษตรให้มีองค์ความรู้เพียงพอที่จะถ่ายทอดไปสู่เกษตรกรรายอื่นได้ ซึ่งเท่ากับเป็นการรวมเอาความรู้ทางด้านวิชาการทางด้านพืช ดิน น้ำ ปัจจัยการผลิตต่างๆและเทคโนโลยีขยายผลถึงเกษตรกรโดยตรง

- **รายละเอียดด้านเทคโนโลยีการวัดความต้องการของพืชแบบไร้สาย**

เทคโนโลยีที่นำมาใช้พัฒนาอุปกรณ์การวัดความต้องการของพืชและสั่งการแบบไร้สาย (Wireless Sensor) โดยค่าที่วัดได้จากอุปกรณ์เซนเซอร์ จะถูกส่งผ่านสัญญาณ wireless ไปยังอุปกรณ์ประมวลผลและสั่งการควบคุม อาทิ ป้อนน้ำ ม่านพรางแสง เป็นต้น ใช้ Software ตั้งค่าควบคุมการสั่งการทั้งแบบอัตโนมัติและสั่งการทันทีนอกเงื่อนไขอัตโนมัติ (Manual) โดยใช้โทรศัพท์มือถือ ข้อมูลต่าง ๆ จะถูกจัดเก็บที่ Cloud server

- **จุดเด่นของเทคโนโลยีการวัดความต้องการของพืชแบบไร้สาย**

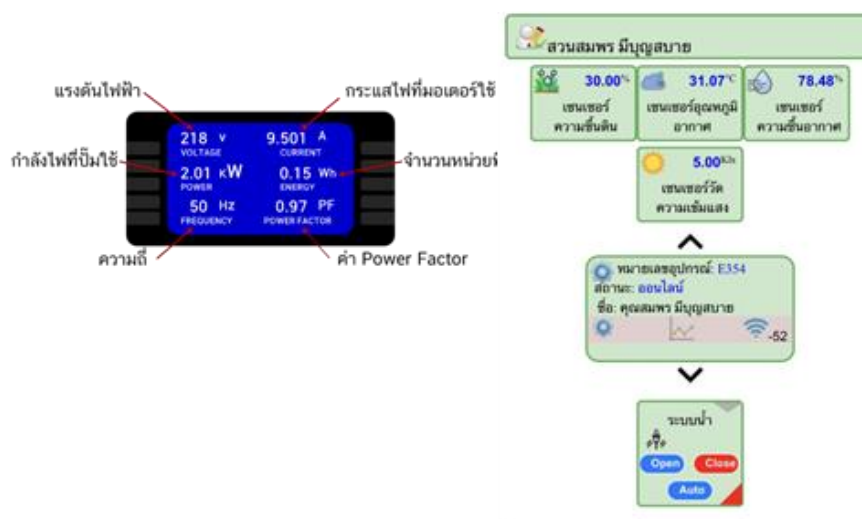
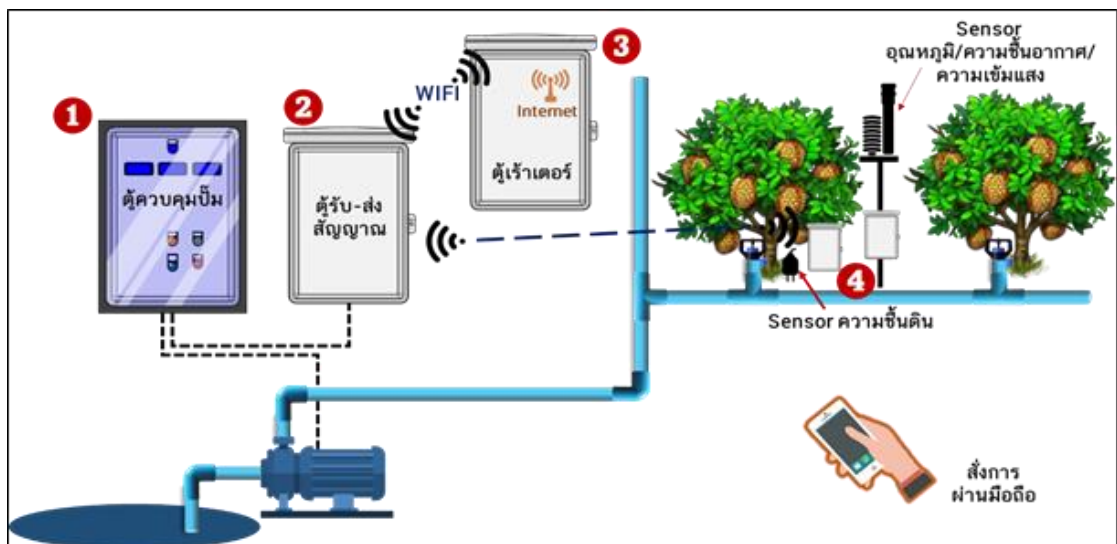
อุปกรณ์เซนเซอร์เดิมมีข้อจำกัด คือ ระยะทางในการส่งสัญญาณระหว่างเซนเซอร์และกล่องประมวลผล ได้ไกลสุดประมาณ 15 เมตร ตามความยาวของสายเซนเซอร์ เนื่องจากระยะทางที่ไกลเกินกว่านั้นจะมีผลต่อค่าความแม่นยำ และจุดที่วัดค่าห่างไกลจากอุปกรณ์ควบคุม ทำให้ต้องเพิ่มอุปกรณ์ควบคุมสำหรับอ่านค่าเซนเซอร์ กรณีเกษตรแปลงใหญ่ จะทำให้เพิ่มค่าใช้จ่ายอุปกรณ์อ่านค่าและควบคุมมากขึ้น เช่น การเดินสายไฟ และค่าแรงในการติดตั้งอุปกรณ์อ่านค่าและควบคุม ดังนั้นจึงพัฒนาต้นแบบอุปกรณ์การวัดความต้องการของพืชแบบไร้สาย เพื่อให้สามารถส่งสัญญาณได้ไกลยิ่งขึ้น มีความเสถียรของสัญญาณมากขึ้น ลดจำนวนอุปกรณ์สายไฟ อุปกรณ์อ่านค่าและควบคุม และสามารถตอบโต้ภัยการทำเกษตรแปลงใหญ่ได้อีกด้วย

## ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### องค์ความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีการตรวจวัดความต้องการของพืช

เทคโนโลยีการตรวจวัดความต้องการของพืช เป็นระบบที่ช่วยวัดความต้องการของพืชสำหรับการเกษตรแบบแม่นยำเพื่อประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับการปลูกพืชในระบบแปลงเปิด (Open farm) และระบบโรงเรือน (Greenhouse) เพราะโดยหลักการให้น้ำแก่พืชนั้น ต้องให้น้ำตามความต้องการของพืชอย่างเหมาะสมและตามความสามารถของดินที่จะอุ้มน้ำไว้ได้ ดังนั้นเทคโนโลยีการตรวจวัดความต้องการของพืช จะช่วยควบคุมปัจจัยการผลิตต่างๆ โดยเฉพาะทรัพยากรน้ำที่ในปัจจุบันมีอยู่อย่างจำกัดและเป็นการลดความสูญเสียของผลผลิตได้อย่างทันท่วงที เนื่องจากเกษตรกรจะรับทราบ

สถานการณ์ของสภาพแวดล้อมได้ตลอดเวลาจึงสามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างรวดเร็วและเหมาะสม ซึ่งจะเป็นการยกระดับผลผลิตให้มีประสิทธิภาพ เทคโนโลยีการตรวจวัดความต้องการของพืช สามารถสั่งการได้ทั้งแบบอัตโนมัติ (Auto) แบบตั้งเวลา (Timer) และแบบสั่งการได้ทันทีนอกเงื่อนไขอัตโนมัติ (Manual) โดยสั่งการผ่านโทรศัพท์มือถือและข้อมูลต่าง ๆ นั้น สามารถแสดงผลออกมาในรูปแบบตัวเลข กราฟและ Excel และจะถูกจัดเก็บที่ Cloud server เพื่อความสะดวกและปลอดภัยในการเรียกใช้ข้อมูล ซึ่งข้อมูลดังกล่าวเกษตรกรสามารถนำมาประมวลผลเป็นข้อมูลความต้องการของพืช (Crop requirement) เพื่อเป็นประโยชน์ในการศึกษาวิจัยทางภาคการเกษตร โดยการเก็บบันทึกค่าสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ประกอบด้วยข้อมูลความชื้นในดิน ความชื้นในอากาศ อุณหภูมิ และความเข้มแสง โดยระบบฯ (ภาพที่ 1) มีคุณสมบัติ ดังนี้



ภาพที่ 1 ส่วนประกอบของระบบการให้น้ำอัตโนมัติสำหรับพืช และคุณสมบัติของอุปกรณ์

- แสดงค่า ความชื้นดิน ความเข้มแสง อุณหภูมิ/ความชื้นอากาศ
- ติดตามข้อมูลเซนเซอร์ตลอดเวลาด้วยโทรศัพท์มือถือ
- กดปุ่มรดน้ำจากโทรศัพท์มือถือ หรือตั้งค่าอัตโนมัติได้
- ปิด/เปิด สวิตช์ที่หน้าตู้ควบคุมได้
- แสดงค่าสถิติด้วยกราฟและตัวเลข
- สอบเทียบค่าเซนเซอร์ได้
- ดูประวัติการทำงานของปั้มน้ำจากโทรศัพท์มือถือ
- ดูประวัติการขาดการเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตได้
- ดูประวัติการทำงานของปั้มน้ำจากโทรศัพท์มือถือ
- กำหนดช่วงเวลาให้น้ำพืชได้อย่างน้อย 10 ครั้ง/วัน รวมถึงเลือกวัน เวลา ที่ต้องการให้น้ำได้
- เก็บบันทึกข้อมูลและดูย้อนหลังได้ 1 ปี นำข้อมูลออกมาแสดงในรูปแบบตัวเลขและกราฟได้
- มีระบบควบคุมแบบอัตโนมัติ (Auto) ตั้งเวลา (Timer) และสั่งการโดยตรงจากเกษตรกร (Manual)

1. ตู้ควบคุมปั้มน้ำ สำหรับใช้ในการควบคุมการทำงานของระบบการให้น้ำ สามารถตั้งค่า กำหนดควบคุมแบบอัตโนมัติ (Auto) ตั้งเวลา (Timer) และสั่งการโดยตรงจากเกษตรกร (Manual) รวมถึงแสดงสถานะทำงานของระบบและมีระบบป้องกันปั้มน้ำของเกษตรกรเสียหาย กรณีที่เกิดความไม่เสถียรของระบบไฟฟ้า เช่น ไฟฟ้าตก ไฟฟ้าเกิน เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีส่วนแสดงผลสถานะที่เกี่ยวข้องต่อการทำงานระบบ ประกอบด้วย ค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟที่มอเตอร์ใช้ กำลังไฟที่ปั้มน้ำใช้ จำนวนหน่วยไฟที่ใช้ ความถี่ไฟ เป็นต้น

2. ตู้รับ-ส่งสัญญาณ เป็นตัวกลางในการรับ-ส่งสัญญาณระหว่างผู้ใช้งานผ่านโทรศัพท์มือถือ โดยใช้อินเทอร์เน็ต (IoT) และสื่อสารกับกล่องเซนเซอร์แบบไร้สายสัญญาณ (Wireless) และสั่งการ ปิด-เปิดปั้มน้ำไปที่ตู้ควบคุมปั้มน้ำโดยใช้สายไฟฟ้าและส่งข้อมูลจากพื้นที่มายัง Server กลางเพื่อเก็บข้อมูล

3. ตู้ Router เป็นอุปกรณ์กระจายสัญญาณอินเทอร์เน็ต

4. กล่องเซนเซอร์วัดค่าความชื้นดิน ค่าความชื้นในอากาศ ค่าอุณหภูมิอากาศและความเข้มแสง เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่อ่านและแปลงค่าทางไฟฟ้าออกมาเป็นค่าเซนเซอร์แต่ละชนิดและส่งข้อมูลไปที่ตู้รับ-ส่งสัญญาณ

### บทที่ 3

#### ระเบียบวิธีวิจัย

##### วิธีการ/ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยและพัฒนา

ในการดำเนินโครงการนี้ จะแบ่งกิจกรรมเป็น 2 ส่วนหลักๆ คือ 1) การพัฒนาเทคโนโลยีการวัดความต้องการของพืชแบบไร้สาย สำหรับการเกษตรแบบแม่นยำเพื่อประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับการปลูกพืชในระบบแปลงเปิด (Open farm) และระบบโรงเรือน (Greenhouse) สำหรับเกษตรรายย่อยและเกษตรแปลงใหญ่ และ 2) การถ่ายทอดองค์ความรู้และเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นให้แก่เกษตรกรผ่านรูปแบบการอบรมและการสาธิตในแหล่งเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นในโครงการ โดยมีรายละเอียดของแผนการดำเนินงาน แสดงได้ดังตารางที่ 1

##### 1. การพัฒนาเทคโนโลยีโดยการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ต้นแบบ

ดำเนินการให้สอดคล้องกับความต้องการของเกษตรกรและคำนึงถึงความเหมาะสมกับพื้นที่ที่ใช้งาน ดังนั้น จะมีการประเมินพื้นที่และสำรวจความต้องการของเกษตรกรก่อนการออกแบบอุปกรณ์ฯ สำหรับในส่วนของกิจกรรมการทดสอบอุปกรณ์ต้นแบบนี้ จะดำเนินการทดสอบในระดับห้องปฏิบัติการเพื่อทดสอบการใช้งานของอุปกรณ์ จากนั้นจะดำเนินการติดตั้งอุปกรณ์ต้นแบบภาคสนามอย่างน้อยจำนวน 5 พื้นที่ เพื่อทดสอบความเสถียรและการความเหมาะสมในการใช้งานของอุปกรณ์ในพื้นที่จริง ซึ่งอุปกรณ์ต้นแบบฯประกอบด้วย

- เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิอากาศแบบไร้สาย
- เซ็นเซอร์วัดความเข้มแสงแบบไร้สาย
- เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นอากาศแบบไร้สาย
- เซ็นเซอร์วัดความชื้นดินแบบไร้สาย
- อุปกรณ์ประมวลผล (Transmitter)
- ซอฟต์แวร์ (Software)
- อุปกรณ์ไฟฟ้าและสื่อสาร
- อุปกรณ์ระบบจ่ายน้ำ

โดยการทำงานของอุปกรณ์จะแบ่งเป็น 2 ระบบ คือ

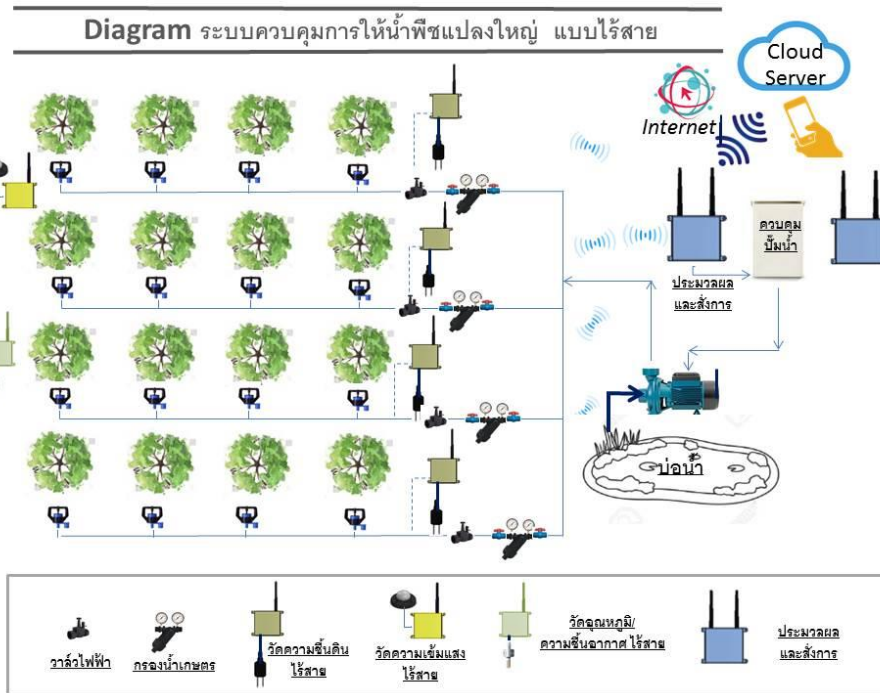
- 1) ระบบแปลงเปิด (Open farm) ระบบการให้น้ำจะถูกควบคุมโดยค่าเซนเซอร์วัดความชื้นดินที่ถูกส่งไปยังกล่องประมวลผล เพื่อสั่งการกล่องควบคุมปั้มน้ำและวาล์วไฟฟ้าควบคุมการให้น้ำ

ในแปลงย่อยหลายส่วนในพื้นที่แปลงใหญ่เดียวกันตามปริมาณที่พืชต้องการโดยใช้ปริมาณน้ำเพียงตัวเดียว เก็บข้อมูลการให้น้ำสภาวะแวดล้อมต่างๆ (ภาพที่ 2)

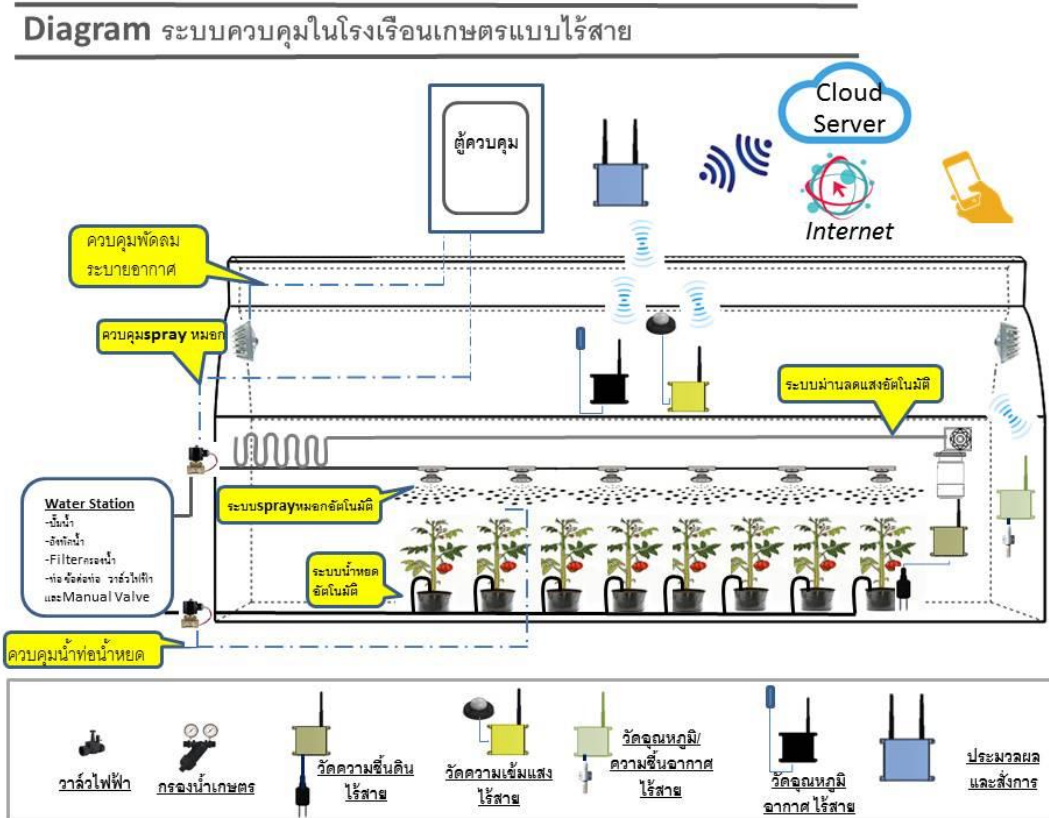
2) ระบบโรงเรือน (Greenhouse) ระบบควบคุมใช้เทคโนโลยีเซนเซอร์ในการเก็บข้อมูลและควบคุมสภาวะแวดล้อมต่างๆ ในโรงเรือน (ภาพที่ 3) ได้แก่

- เซ็นเซอร์วัดความเข้มแสง ด้านนอกและด้านในโรงเรือน เพื่อให้ทราบถึงค่าการส่งผ่านแสงผ่านพลาสติกหลังคาโรงเรือน และควบคุมการเปิด-ปิดม่านพรางแสง
- เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นอากาศ ด้านนอกโรงเรือนและด้านในโรงเรือน เพื่อใช้ในการวางแผนในการบริหารจัดการอุณหภูมิในโรงเรือนให้เหมาะสมกับการเพาะปลูก อาทิ การพรางแสง การสเปรย์หมอก เป็นต้น
- เซ็นเซอร์วัดความชื้นดิน เพื่อใช้ในการวางแผนในการบริหารจัดการการให้น้ำแก่พืชที่เหมาะสม ไม่มากเกินไปและไม่น้อยเกินไป
- เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิใต้หลังคาโรงเรือนเพื่อใช้ในการวางแผนในการบริหารจัดการอุณหภูมิในโรงเรือนให้เหมาะสมกับการเพาะปลูก

การเก็บข้อมูลความเสถียรของอุปกรณ์ และวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกของระบบปฏิบัติการ จะดำเนินการบันทึกข้อมูลการผลิตและการจัดการพืชของเกษตรกร รวมทั้งข้อมูลผลผลิตและคุณภาพของผลผลิต เปรียบเทียบกับแปลงที่ไม่ได้ติดตั้งอุปกรณ์หรือเปรียบเทียบข้อมูลก่อนและหลังติดตั้งอุปกรณ์ และนำข้อมูลดังกล่าวมาวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลสภาพแวดล้อมที่ระบบทำการบันทึกไว้ที่ฐานข้อมูล เพื่อหาค่าความต้องการของพืชที่เหมาะสม และติดตามผลอย่างน้อยเดือนละ 1 ครั้ง



ภาพที่ 2 แผนผังระบบควบคุมการให้น้ำพืชแปลงใหญ่ แบบไร้สาย



ภาพที่ 3 แผนผังระบบควบคุมในโรงเรือน แบบไร้สาย

## การออกแบบคุณลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์ไร้สาย

- 1) ใช้เซ็นเซอร์วัดความชื้นดินเป็นตัวแทนความต้องการน้ำของพืช ใช้ควบคุมการปิดเปิดน้ำอัตโนมัติ
- 2) กำหนดโปรแกรมการให้น้ำพืชได้วันละ 5 โปรแกรม (ครั้ง) ตั้งช่วงเวลาให้น้ำอิสระ
- 3) เลือกว่าในการให้น้ำได้ (จันทร์-อาทิตย์)
- 4) ตั้งคำสั่งการควบคุมการให้น้ำได้โดยใช้โทรศัพท์มือถือหรือคอมพิวเตอร์
- 5) เก็บบันทึกข้อมูลค่าอุณหภูมิและความชื้นอากาศ ค่าความเข้มแสง และค่าความชื้นดิน ดูข้อมูลย้อนหลังได้ 1 ปี
- 6) ข้อมูลที่เก็บบันทึกสามารถ export ออกมาได้ในรูปแบบตัวเลข และกราฟ
- 7) บริหารจัดการระบบได้ทุกที่ที่มีอินเทอร์เน็ต (IoT)
- 8) ระบบควบคุม 3 แบบ ในเครื่องเดียวกัน (อัตโนมัติ (Auto) / ตั้งเวลา (Timer) / สั่งการตรง (Manual))
  - ระบบอัตโนมัติ (Auto) ควบคุมการให้น้ำแบบใช้เซ็นเซอร์ร่วมกับการตั้งเวลาให้น้ำ เป็นระบบให้น้ำพืชที่แม่นยำ (Precision Farming) เหมาะกับเงื่อนไขการให้น้ำที่มีข้อมูลปริมาณน้ำที่พืชต้องการเทียบกับค่าความชื้นดิน และทราบความถี่ในการให้น้ำ
  - ระบบตั้งเวลา (Timer) ควบคุมการให้น้ำแบบใช้การตั้งเวลาให้น้ำ เป็นระบบให้น้ำพืชตามประสบการณ์เดิมที่เคยให้ตามช่วงเวลาเพื่อเตรียมการเก็บข้อมูลสำหรับใช้ระบบอัตโนมัติต่อไป
  - ระบบสั่งการตรง (Manual) ควบคุมการให้น้ำแบบสั่งพิเศษจากโทรศัพท์นอกพื้นที่ เป็นการสั่งงานพิเศษ หรือสั่งงานนอกสถานที่ และเปลี่ยนเงื่อนไขการให้น้ำพืชที่ตั้งไว้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของผู้ใช้ในสถานการณ์ต่างๆ
  - สามารถอ่านค่าเซ็นเซอร์ระยะไกลได้มากกว่า 200 เมตร

## 2. กิจกรรมการพัฒนาบุคลากรและถ่ายทอดเทคโนโลยีด้านการเกษตร

เพื่อให้เกษตรกรมีองค์ความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีและเทคนิคการจัดการพืชที่เหมาะสมแม่นยำ ประกอบด้วย

- การจัดทำหลักสูตรอบรมสำหรับเกษตรกรไม่น้อยกว่า 5 หลักสูตร ที่ครอบคลุมทั้ง 3 ด้าน คือ
  - 1) การผลิตพืชในกลุ่มไม้ผล เช่น ทูเรียน เป็นต้น กลุ่มพืชผักและเมล็ดพันธุ์ผัก โดยพัฒนาหลักสูตรร่วมกับผู้เชี่ยวชาญจากมหาวิทยาลัยในเครือข่ายความร่วมมือของสวทช. อาทิมหาวิทยาลัยแม่โจ้และมหาวิทยาลัยขอนแก่น
  - 2) การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการวัดความต้องการของพืชแบบไร้สายสำหรับการเกษตรแบบแม่นยำ
  - 3) การตลาด และการบริหาร

จัดการเชิงธุรกิจที่เกี่ยวข้อง โดยมีจะจัดอบรมถ่ายทอดความรู้ตามหลักสูตรให้แก่เกษตรกรไม่น้อยกว่า 300 คน

- คัดเลือกเกษตรกรตัวอย่างที่มีศักยภาพและความพร้อมสำหรับการสร้างแปลงสาธิต ติดตั้งระบบควบคุมและสั่งการแบบไร้สาย เพื่อเป็นแหล่งเรียนรู้ให้แก่เกษตรกรหรือผู้สนใจไปศึกษาดูงานในลำดับต่อไป
- ประชุมสรุปผลการดำเนินงานกับเกษตรกรผู้ปฏิบัติงานจริง เพื่อถอดบทเรียนและการพัฒนาให้มีความเหมาะสมกับเกษตรกรในปัจจุบัน

ตารางที่ 1 แผนดำเนินงานของโครงการฯ

Time	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
	Y1	Y1	Y1	Y1	Y2	Y2	Y2	Y2	Y3	Y3	Y3	Y3
กิจกรรมการพัฒนาต้นแบบอุปกรณ์การวัดความต้องการของพืชแบบไร้สาย (Wireless Sensor)												
สำรวจความต้องการการใช้งานของเกษตรกร	←————→											
ออกแบบระบบการใช้งานอุปกรณ์ให้เหมาะสมกับพื้นที่	←————→											
ออกแบบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และเซนเซอร์ วางแผนการใช้งานให้เหมาะสม	←————→											
ทดสอบต้นแบบระดับห้องปฏิบัติการ		←————→										
ทดสอบต้นแบบภาคสนามร่วมกับเกษตรกร				←————→								
เก็บข้อมูลความเสถียรของอุปกรณ์ และวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกของระบบปฏิบัติการ				←————→								
วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อถอดสูตรการผลิตพืช และประเมินความพึงพอใจของเกษตรกร											←————→	

Time	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
	Y1	Y1	Y1	Y1	Y2	Y2	Y2	Y2	Y3	Y3	Y3	Y3
กิจกรรมถ่ายทอดองค์ความรู้ให้แก่เกษตรกร												
จัดทำหลักสูตรอบรม	←→											
ฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ เผยแพร่ความรู้และคัดเลือก เกษตรกรต้นแบบ (Smart farmer)			←→									
ฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ ร่วมกับ Smart farmer เผยแพร่ความรู้แก่เกษตรกร รายอื่นที่สนใจ						←→						
ประชุมสรุปผลการใช้งานกับ เกษตรกรผู้ใช้งาน											←→	

### หลักสูตรการจัดอบรม

พัฒนาหลักสูตรอบรมที่ทำให้ผู้เข้าอบรมสามารถออกแบบระบบการให้น้ำในแปลงเปิดและในโรงเรือนให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับความต้องการของพืช รวมทั้งพัฒนาหลักสูตรหลักการใช้งานและการตลาดเทคโนโลยีระบบตรวจวัดและควบคุมแบบไร้สายสำหรับการเกษตรสมัยใหม่ เพื่อให้เกษตรกรหรือผู้สนใจสามารถเข้าถึง และใช้งานระบบได้ง่าย นอกจากนี้ยังสามารถนำความรู้ด้านการตลาดมาเป็นแนวทางในการผลิตพืชเพื่อจำหน่ายแก่ผู้บริโภค และพัฒนาหลักสูตรอบรมที่ผ่านกระบวนการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการดูแลและการจัดการพืช ข้อมูลผลผลิตและคุณภาพผลผลิตวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลด้านสภาวะแวดล้อมที่บันทึกได้จากระบบตรวจวัดและควบคุมแบบไร้สาย เพื่อให้ได้ข้อมูลสภาวะแวดล้อมที่ใกล้เคียงกับความต้องการในการผลิตพืช โดยหลักสูตรอบรมประกอบด้วย 5 หลักสูตร คือ

- หลักสูตร การออกแบบระบบให้น้ำพืชในแปลงเปิด
- หลักสูตร การออกแบบระบบให้น้ำพืชในโรงเรือน
- หลักสูตร หลักการใช้งานและการตลาดเทคโนโลยีระบบตรวจวัดและควบคุมแบบไร้สายสำหรับการเกษตรสมัยใหม่
- หลักสูตร เทคนิคการจัดการการผลิตมะเขือเทศแบบครบวงจรให้ได้คุณภาพ
- หลักสูตร เทคนิคการจัดการการผลิตเมลอนผลสดให้ได้คุณภาพ

## บทที่ 4

### ผลการวิจัย และการวิจารณ์ผล

#### 4.1) ออกแบบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และเซนเซอร์ วางแผนการใช้งานให้เหมาะสม

##### 4.1.1. การออกแบบเซนเซอร์

อุปกรณ์เซนเซอร์เป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดสถานะแวดล้อมในการปลูกพืช ประกอบด้วยเซนเซอร์ 3 ชนิด คือ เซ็นเซอร์วัดความเข้มแสง เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นอากาศ และเซ็นเซอร์วัดความชื้นดิน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

##### 1) เซ็นเซอร์วัดความเข้มแสง

การพัฒนาเซนเซอร์แสงใช้เซ็นเซอร์ที่วัดความเข้มแสงชนิด I2C ช่วงการวัด 0.045–188,000 Lux ช่วงอุณหภูมิในการใช้งาน -40 ถึง 85 °C โดยออกแบบเฮาท์ซิง (Housing) ที่มีเลนส์กรองแสงรูปร่างแบนราบ (แฟลชเลนส์) วัสดุทำด้วยพลาสติกสีขาวขุ่น กันน้ำด้วยกาวอีพอกซี (Epoxy)

##### 2) เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นอากาศ

การพัฒนาเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นอากาศ ใช้เซนเซอร์ชนิด I2C ที่มีช่วงการวัดอุณหภูมิ -40 ถึง 90 °C มีความแม่นยำ  $\pm 0.3$  % และมีช่วงการวัดความชื้นสัมพัทธ์ 0–100 %RH ซึ่งมีความแม่นยำ  $\pm 2$  %RH เฮาท์ซิงทำด้วยพลาสติก โดยติดตั้งฝาครอบบานเกล็ดทรงกระบอกกลมครอบเซนเซอร์อีกหนึ่งชั้นเพื่อป้องกันความคลาดเคลื่อนที่อาจจะเกิดขึ้นจากตัวเซนเซอร์สัมผัสกับสิ่งแวดล้อมโดยตรง

##### 3) เซ็นเซอร์วัดความชื้นดิน

การพัฒนาเซนเซอร์วัดความชื้นดินใช้วงจรเซนเซอร์ชนิดอนาล็อก (Analog) ที่สวทช. ออกแบบและใช้งานอยู่แล้ว มีช่วงการวัด 0–100% เฮาท์ซิงทำด้วยพลาสติก ขาเซนเซอร์ทำด้วย SUS304 เฮาท์ซิงหยอดกาวอีพอกซีเพื่อกันน้ำและกันความชื้นเพื่อป้องกันไม่ให้วงจรอิเล็กทรอนิกส์ภายในได้รับความเสียหาย

##### 4.1.2. การออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์

วงจรอิเล็กทรอนิกส์ในระบบเซนเซอร์ไร้สาย ประกอบด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์จำนวน 3 ชุด ได้แก่ วงจรอ่านค่าเซนเซอร์และส่งข้อมูลแบบไร้สาย วงจรรับข้อมูลจากวงจรเซนเซอร์ และวงจรรับ-ส่งข้อมูลและประมวลผล (Transmitter)

1) วงจรอ่านค่าเซนเซอร์และส่งข้อมูลแบบไร้สาย เป็นบอร์ดเซนเซอร์ที่ส่งข้อมูลแบบไร้สาย โดยใช้ สัญญาณ LoRa 433 MHz เพื่อให้สามารถใช้ได้ทั้งในโรงเรือนและพื้นที่โล่งแจ้งระยะไกล

ภายหลังคณะวิจัยได้ปรับเปลี่ยนเป็นสัญญาณ LoRa 925 MHz เพื่อให้ตรงกับประกาศของ กสทช. ซึ่งระบุว่าให้ใช้คลื่นความถี่สำหรับวิทยุคมนาคมในย่านความถี่ 920-925 MHz สำหรับในภาคเกษตรกรรม

2) วงจรรับข้อมูลจากวงจรเซนเซอร์ เป็นบอร์ดอิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่รับข้อมูลที่ส่งมาจากวงจรอ่านค่าเซนเซอร์และส่งข้อมูลแบบไร้สาย จากนั้นจะทำหน้าที่ส่งข้อมูลให้กับวงจรรับ-ส่งข้อมูลและประมวลผล (Transmitter)

3) วงจรรับ-ส่งข้อมูลและประมวลผล (Transmitter) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แปลงสัญญาณทางไฟฟ้าที่ได้จากเซนเซอร์ให้เป็นสัญญาณมาตรฐานและส่งสัญญาณที่ได้ไปที่ตู้ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์อื่นๆ เช่น ปั๊มน้ำ โซลินอยด์วาล์ว ในการควบคุมการให้น้ำพืช และระบบสเปร์ยมอก อีกทั้งยังสามารถนำไปใช้ในการควบคุมระบบฆ่าพรางอัตโนมัติในโรงเรือน และพัฒนาระบบขยายอากาศในโรงเรือนได้อีกด้วย

#### 4.1.3. คุณสมบัติของระบบการตรวจวัดและควบคุมแบบไร้สาย

##### 1) ซอฟต์แวร์

ชุดโปรแกรมหรือคำสั่งที่ใช้ควบคุมการทำงาน โดยคณะนักวิจัยได้วิจัยและพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ (Application software) ชุดนี้ขึ้นโดยเฉพาะ เพื่อให้มีฟังก์ชันที่เหมาะสมกับการใช้งานภาคการเกษตร ดังนี้

- 1.1) สามารถรับส่งข้อมูลไปบันทึกในฐานข้อมูลแบบออนไลน์โดยใช้โทรศัพท์มือถือ
- 1.2) สามารถตั้งค่าควบคุมแบบออนไลน์โดยใช้โทรศัพท์มือถือเชื่อมต่อระบบกับอินเทอร์เน็ตในการสื่อสารข้อมูล ตั้งค่า upper และ lower limit พร้อมทั้งใส่ค่าหน่วยเวลาสำหรับสั่งการ output ได้
- 1.3) ตั้งความถี่ในการบันทึกข้อมูลได้
- 1.4) ปรับความละเอียดในการดูข้อมูล และเลือกช่วงเวลาในการดูข้อมูลได้
- 1.5) สามารถเปิด-ปิด การแจ้งเตือนผ่าน Application Line ได้ กรณีที่ค่าเซ็นเซอร์มีค่าสูงหรือต่ำกว่าพร้อมทั้งเมื่อค่ากลับมาปกติ
- 1.6) เปิด-ปิดการแจ้งเตือน หากไม่ได้รับข้อมูลจากเซ็นเซอร์ไร้สาย
- 1.7) เปิด-ปิดการแจ้งเตือน หากข้อมูลที่ได้รับจากเซ็นเซอร์มีความผิดปกติหรือเซ็นเซอร์ Error
- 1.8) ตั้งชื่อ เปลี่ยนชื่อ ย้าย การแจ้งเตือน จากเซ็นเซอร์ใดๆ หรือ output ใดๆ ไปที่ user คนใดก็ได้
- 1.9) เมื่อสั่งงาน อยู่ในโหมด Auto ระบบสามารถทำงานตามโปรแกรมที่ได้ตั้งไว้ โดยไม่ต้องเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต (Embed)

- 1.10) เลือกดูข้อมูลแสดงผลค่าเซ็นเซอร์แบบกราฟ และ Export เป็นตัวเลขได้
- 1.11) แสดงข้อมูลสถิติที่เซ็นเซอร์อ่านค่า แสดงผลออกมาได้ในรูปแบบของกราฟ และ Export ข้อมูลตัวเลขได้
- 1.12) สามารถแจ้งเตือน Upper, Lower ได้
- 1.13) ติดตั้งบอร์ด IoT สำหรับอ่านค่าเซ็นเซอร์และส่งสัญญาณควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ สื่อสารด้วย Wi-Fi ในการรับ-ส่งข้อมูล
- 1.14) ฟังก์ชันอัตโนมัติ สามารถตั้งค่าการให้น้ำโดยใช้ค่าความชื้นดินรวมกับการตั้งเวลาให้น้ำได้ สามารถตั้งค่าการให้น้ำโดยการตั้งเวลาได้อย่างน้อย 6 โปรแกรม/วัน เลือกวันในการให้น้ำได้
- 1.15) ฟังก์ชันพิเศษ สามารถสั่งการให้น้ำจากโทรศัพท์มือถือได้ทันทีข้ามเงื่อนไขฟังก์ชันอัตโนมัติและกึ่งอัตโนมัติ
- 1.16) แจ้งเตือนทาง Line ได้ทั้งรายบุคคลและกลุ่ม
- 1.17) ให้บริการ Software บนโทรศัพท์มือถือเป็นเวลา 1 ปี

## 2) **ตู้ควบคุมปั้มน้ำ**

- 2.1) ใช้ควบคุมปั้มน้ำที่จัดเตรียมไว้แล้ว ขนาด 2 แรงม้า ไฟฟ้า 220V จำนวน 1 ตัว
- 2.2) มีหลอดไฟแสดงสถานะไฟฟ้าเข้า
- 2.3) มีหลอดไฟแสดงสถานะปั้มทำงาน
- 2.4) มี Circuit Breaker
- 2.5) มีสวิตซ์เลือกการทำงานของปั้มแบบ Manual และอัตโนมัติ
- 2.6) ตู้ควบคุมชนิดกันน้ำทำด้วยพลาสติก

## 3) **Wireless module วัดความเข้มแสง**

ใช้ไฟฟ้า 220V ในแต่ละชุด Wireless module จะประกอบด้วย เซ็นเซอร์วัดความเข้มแสง

## 4) **Wireless module วัดอุณหภูมิความชื้นอากาศ**

ใช้ไฟฟ้า 220V รายละเอียดเซ็นเซอร์ในแต่ละชุด Wireless module ประกอบด้วย

- 4.1) เซ็นเซอร์ไร้สายวัดอุณหภูมิความชื้นอากาศ สำหรับใช้วัดอุณหภูมิความชื้นอากาศ
- 4.2) ชุดฝาครอบ และขา Stainless สำหรับยึดเกาะอุปกรณ์เซ็นเซอร์ อุณหภูมิ ความชื้น และแสง

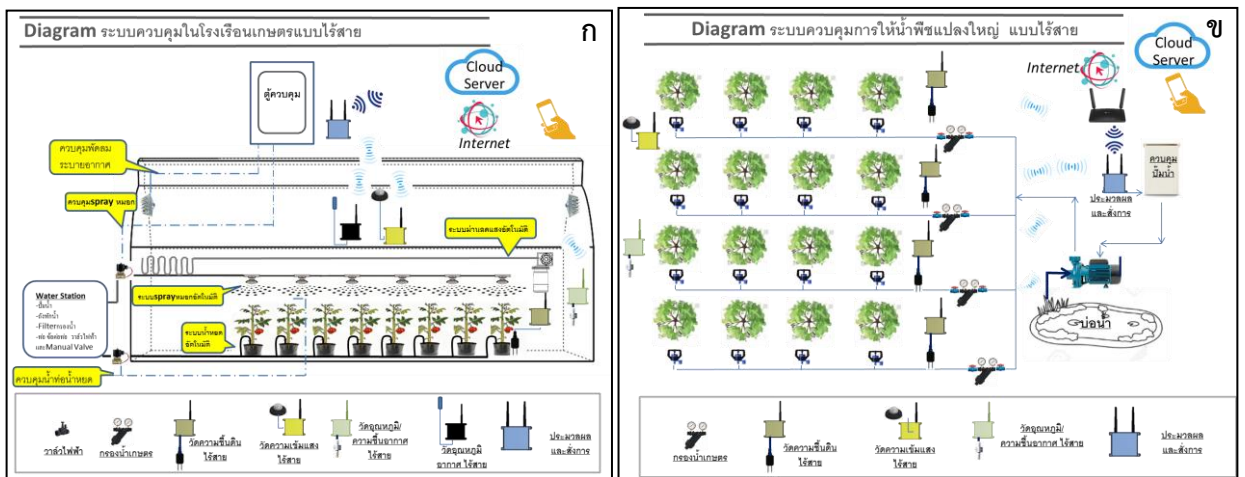
## 5) **Wireless module วัดความชื้นดิน**

ใช้ไฟฟ้า 220 V ในแต่ละชุด Wireless module ประกอบด้วย เซ็นเซอร์วัดความชื้นดิน จำนวน 1 ชุด

ทั้งนี้ ในการออกแบบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และเซนเซอร์ จะแบ่งพื้นที่การติดตั้งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

1) ทดสอบเทคโนโลยีในโรงเรือนปลูกพืชในโรงเรือนเกษตรแบบน็อคดาวน์ (Knock-down Greenhouse) ระบบควบคุมจะแสดงค่าอุณหภูมิได้หลังคาโรงเรือนเพื่อสั่งการพัดลมระบายความร้อน อุณหภูมิและความชื้นอากาศระดับต้นพืชในโรงเรือนและนอกโรงเรือนเพื่อศึกษาความแตกต่าง ความเข้มแสงนอกและในโรงเรือนเพื่อศึกษาความแตกต่าง ความชื้นดินติดตั้งที่วัสดุปลูกพืชและควบคุมการให้น้ำพืชโดยกำหนดค่าจากความชื้นดิน (ภาพที่ 4 ก)

2) ทดสอบเทคโนโลยีระบบควบคุมน้ำในพืชไร่/พืชสวนอัจฉริยะ แบบแปลงเปิด (Open farm) เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลและควบคุมระบบ (ภาพที่ 4 ข)



ภาพที่ 4 ระบบควบคุมในโรงเรือนเกษตรแบบไร้สาย (ก) และระบบควบคุมการให้น้ำพืชแปลงใหญ่แบบไร้สาย (ข)

#### 4.2) ทดสอบต้นแบบระดับห้องปฏิบัติการ (Lab test)

กระบวนการทำงานของอุปกรณ์เริ่มต้นจากเซนเซอร์ทั้งหมดจะส่งข้อมูลมาที่ตู้รับ-ส่งข้อมูลและประมวลผล จากนั้นตู้รับ-ส่งข้อมูลและประมวลผลจะสื่อสารกับตู้ Router ด้วยสัญญาณ Wi-Fi และข้อมูลจะส่งผ่านสัญญาณอินเทอร์เน็ตไปที่เซิร์ฟเวอร์ และเซิร์ฟเวอร์จะส่งข้อมูลไปที่โทรศัพท์มือถือ ซึ่งเราสามารถอ่านค่าเซนเซอร์ได้จากซอฟต์แวร์ที่โทรศัพท์มือถือ จากนั้นทำการทดสอบการตั้งเวลาในการให้น้ำพืชจากโทรศัพท์มือถือ เมื่อถึงเวลาที่ตั้งไว้รับ-ส่งข้อมูลและประมวลผลจะส่งสัญญาณที่ได้ไปที่ตู้ควบคุมการทำงานของปั๊ม ปั๊มจะทำงานและเมื่อถึงสิ้นสุดเวลาที่ตั้งไว้ ปั๊มจะหยุดทำงาน (ภาพที่ 5)



ภาพที่ 5 อุปกรณ์ตู้ควบคุมปั๊มน้ำ ตู้รับส่งสัญญาณ ตู้เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นอากาศ ตู้เซนเซอร์วัดความชื้นดินและตู้ Router

ผลการทดสอบการใช้งานอุปกรณ์พบว่าข้อมูลเซนเซอร์ที่สามารถอ่านค่าจากเซนเซอร์ได้ปกติ ทำการทดสอบเป็นระยะเวลา 1 เดือน (เดือนสิงหาคม 2564) ดังแสดงในภาพที่ 6 ซึ่งประกอบด้วย ข้อมูลจากเซนเซอร์วัดความชื้นดิน เซนเซอร์อุณหภูมิความชื้นอากาศ และเซนเซอร์วัดความเข้มแสง และเซนเซอร์ต่าง ๆ ดังกล่าวจะทำการเก็บข้อมูลทุก ๆ 5 นาที

นอกจากนี้ยังได้มีการส่งอุปกรณ์ต้นแบบไปทดสอบความทนทานของอุปกรณ์ที่ศูนย์ทดสอบผลิตภัณฑ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (PTEC) สวทช. ซึ่งให้บริการวิเคราะห์ทดสอบมาตรฐานผลิตภัณฑ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบความทนทานของอุปกรณ์ต้นแบบ และทดสอบความปลอดภัยในการใช้งานระบบ และให้ตรงตามพรบ.คลื่นความถี่ ซึ่งมีรายละเอียดโดยสังเขปดังตารางที่ 2 และรายละเอียดทางเทคนิคโดยละเอียดปรากฏในภาคผนวก ก



ภาพที่ 6 ค่าที่วัดได้จากเซนเซอร์วัดความชื้นดิน เซนเซอร์อุณหภูมิความชื้นอากาศ และเซนเซอร์วัดความเข้มแสง เป็นเวลา 1 เดือน

ตารางที่ 2 การทดสอบความทนทานของอุปกรณ์

หัวข้อ	รายละเอียด	ผลการทดสอบ
<b>Electromagnetic Compatibility Testing (EMC Testing):</b> การทดสอบความเข้ากันได้ทางคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	ทดสอบคลื่นรบกวนที่ปล่อยออกมาจากตัวอุปกรณ์ เพื่อป้องกันคลื่นแม่เหล็กไปรบกวนอุปกรณ์อื่น	ผ่าน
<b>Telecom Testing:</b> การทดสอบการสื่อสารระยะไกล	อุปกรณ์สามารถส่งสัญญาณออกไปได้ตามมาตรฐาน เพื่อให้เป็นไปตามพรบ. คลื่นความถี่	ผ่าน
<b>Products Safety Testing:</b> การทดสอบด้านความปลอดภัย	อุปกรณ์ต่างๆ ในระบบผ่านมาตรฐานความปลอดภัยในการใช้งาน	ผ่าน
<b>Environmental Testing:</b> การทดสอบความคงทนของผลิตภัณฑ์ ต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม	อุปกรณ์สามารถใช้งานได้เมื่อเจอสถานะที่มีความร้อน ความเย็น หรือมีความชื้น เพื่อให้อุปกรณ์มีความคงทนต่อสภาวะแวดล้อมในการใช้งาน	ผ่าน

#### 4.3) ผลการดำเนินงานในพื้นที่เป้าหมาย 5 แห่ง

4.3.1 *ทุเรียน*: พื้นที่ดำเนินการ คือ สวนทุเรียนบัวแก้ว ต.วังจันทร์ อ.วังจันทร์ จ.ระยอง

##### 1) การสำรวจความต้องการของเกษตรกร

ชื่อเกษตรกร : นายสมบูรณ์ งามเสงี่ยม

ปัญหาที่พบ : ทุเรียนร่วงและต้นทุนด้านปัจจัยการผลิตสูง เนื่องจากให้น้ำเกินความต้องการของพืช

ความต้องการเทคโนโลยี : ต้องการทราบปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการร่วงของทุเรียน และต้องการเปรียบเทียบความเข้มแสง อุณหภูมิและความชื้นอากาศระหว่างในทรงพุ่มและนอกทรงพุ่ม

ความพร้อมของเกษตรกร : เปิดใจยอมรับนวัตกรรมใหม่ๆ มีความพร้อมในการทดลองเพื่อแก้ไขปัญหา และต้องการเป็นผู้นำทางด้านเทคโนโลยีสมัยใหม่อยู่เสมอ

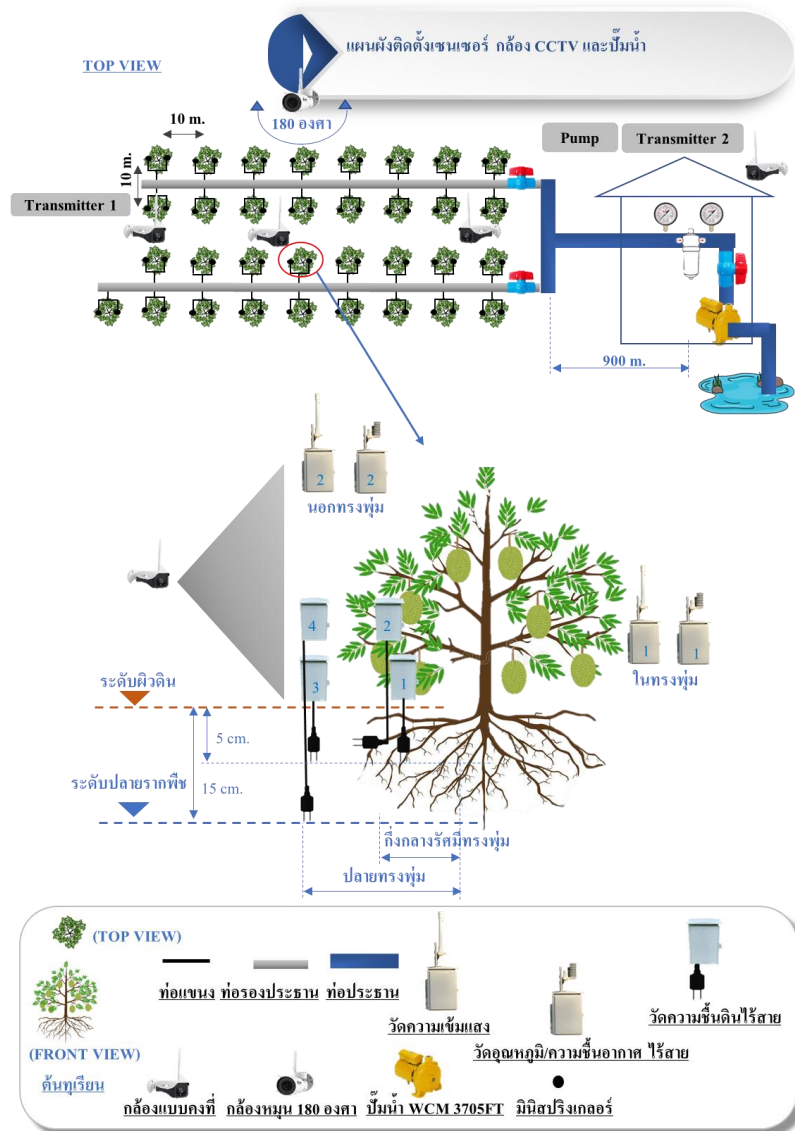
##### 2) ออกแบบระบบการใช้งานอุปกรณ์ให้เหมาะสมกับพื้นที่

การออกแบบการติดตั้งอุปกรณ์ให้เหมาะสมกับพื้นที่ในสวนทุเรียนมีผังการติดตั้งอุปกรณ์ (ภาพที่ 7 ) และรายละเอียดดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การออกแบบการติดตั้งอุปกรณ์ที่เหมาะสมกับสวนทุเรียน

วิธีการดำเนินการวิจัย	เหตุผลในการดำเนินงาน	ผลที่คาดว่าจะได้รับ
ปลูกทุเรียนทั้งหมด 33 ต้น	ตำแหน่งของแปลงอยู่ติดกับที่อยู่อาศัยทำให้สามารถดูแล จัดการ และสังเกตการเปลี่ยนแปลงได้ง่าย	สามารถดูแลและจัดการได้ง่ายและทั่วถึง
หัวจ่ายน้ำชนิดมินิสปริงเกลอร์ จำนวน 2 หัว/ต้น มีอัตราการไหล/หัว เท่ากับ 90 ลิตร/ชั่วโมง	ปกติเกษตรกรใช้หัวมินิสปริงเกลอร์ 2 หัว/ต้น มีอัตราการไหล/หัว 300-600 ลิตร/ชม. พืชดูดน้ำและปุ๋ยไม่ทันเพราะอัตราการไหลสูง ทำให้มีน้ำและปุ๋ยสูญเสียไป และรากพืชขาดอากาศหายใจ จึงปรับใช้หัวที่มีอัตราการไหลน้อยลง ให้น้ำครั้งละน้อยๆ แต่บ่อยครั้ง	ลดปริมาณการใช้น้ำและปุ๋ยลง และลดพลังงานไฟฟ้า พืชมีการเจริญเติบโตดีขึ้น
การติดตั้งเซ็นเซอร์จะติดตั้งโดยใช้ทุเรียน 1 ต้น ที่อยู่บริเวณกลางแปลง เป็นตัวแทนของต้นทุเรียนทั้งสวน	เนื่องจากเป็นต้นที่มีลักษณะการเจริญเติบโตดี มีความสมบูรณ์เหมาะสำหรับการทดสอบอุปกรณ์เซ็นเซอร์	ต้นทุเรียนสามารถแสดงศักยภาพในการให้ผลผลิตที่ดีขึ้น

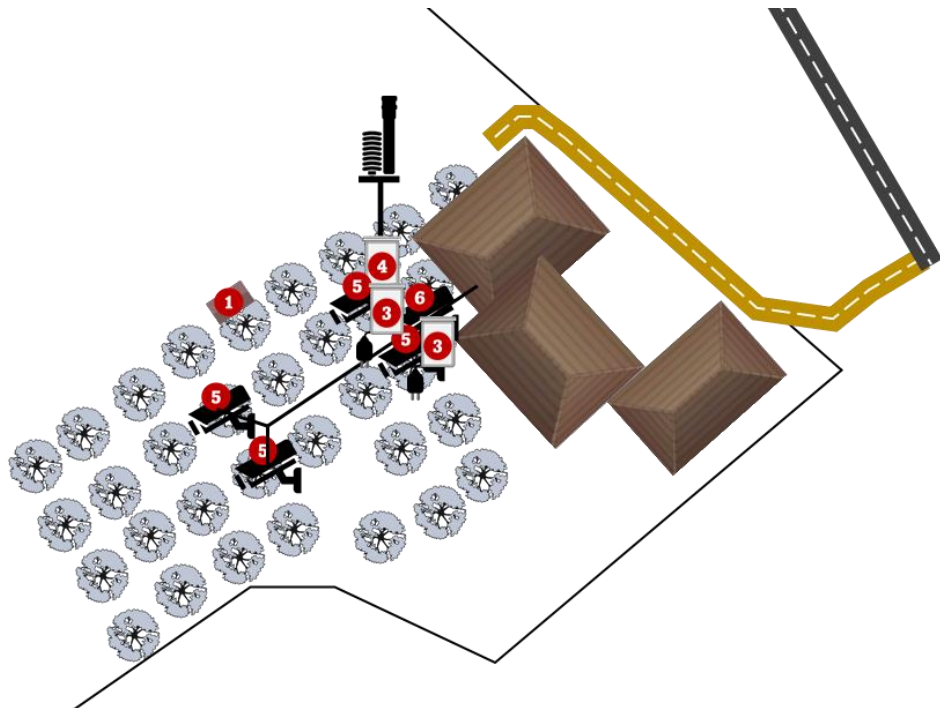
วิธีการดำเนินการวิจัย	เหตุผลในการดำเนินงาน	ผลที่คาดว่าจะได้รับ
การติดตั้งเซ็นเซอร์วัดความเข้มแสง และเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ ความชื้นอากาศ ชนิดละ 2 ตัว ที่ระดับต่างกัน คือติดกลางทรงพุ่มและเหนือทรงพุ่ม	เปรียบเทียบความแตกต่างของ ความเข้มแสง และอุณหภูมิ ความชื้นอากาศที่ต้นพืชได้รับใน ตำแหน่งที่แตกต่างกัน	สามารถทราบค่าความเข้มแสง และอุณหภูมิความชื้นอากาศที่เหมาะสมในการปลูกทุเรียน
ติดตั้งเซ็นเซอร์วัดความชื้นดิน 4 ตัว ที่บริเวณกึ่งกลางรัศมีทรงพุ่มที่ระดับความลึก 5 ซม. โดยติดตั้งเซ็นเซอร์ทั้งแบบขานแนวตั้งและแบบขานแนวนอน และที่ปลายทรงพุ่มที่ระดับความลึก 5 ซม. และ 15 ซม.	ต้องการเปรียบเทียบความชื้นดิน ในตำแหน่งที่แตกต่างกัน เพื่อให้ได้ ตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับการติดตั้งเซ็นเซอร์วัดความชื้นดิน	สามารถทราบค่าและ ตำแหน่งที่เหมาะสมของ เซ็นเซอร์วัดความชื้นดินในต้นทุเรียน
ติดตั้งกล้อง CCTV แบบติดตั้งคงที่ จำนวน 1 ชุด โดยติดตั้ง บริเวณที่ติดตั้งตู้ควบคุม	เพื่อติดตามสถานะการทำงานของ บิมน้ำและตู้ควบคุม เนื่องจาก ตู้ควบคุมอยู่ห่างจากที่พักอาศัย และแปลงทดลองค่อนข้างมาก	ผู้ควบคุมสามารถทำงานได้ตามการสั่งงานจริง ในกรณีที่ มีสิ่งผิดปกติเกิดขึ้นจะได้เข้าไปจัดการแก้ไขได้ทันเวลา
กล้อง CCTV แบบติดตั้งคงที่ จำนวน 3 ชุด ติดตั้งบริเวณ หัวแปลง กลางแปลง และท้ายแปลง ตำแหน่งละ 1 ชุด	เพื่อดูการแตกใบ การติดดอก และการติดผล การเกิดโรคและแมลง ในต้นทุเรียน	สามารถติดตามดูต้นทุเรียน ในแต่ละระยะการเติบโต รวมทั้งดูแลเรื่องโรคและแมลงได้ หากมีสิ่งผิดปกติจะแก้ไขได้ทันเวลา
ติดตั้งกล้อง CCTV แบบหมุน 180° บริเวณกลางแปลง 1 ชุด	เพื่อดูภาพรวมของแปลงทดลอง	สามารถติดตามสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในแปลงทดลองได้



ภาพที่ 7 แผนผังติดตั้งอุปกรณ์ในสวนทุเรียนบัวแก้ว ต.วังจันทร์ อ.วังจันทร์ จ.ระยอง

### 3) การติดตั้งและทดสอบต้นแบบภาคสนามร่วมกับเกษตรกร

การติดตั้งอุปกรณ์อยู่ในเขตพื้นที่ ตำบลวังจันทร์ อำเภอวังจันทร์ จังหวัดระยอง (พิกัด X: 12.855245, Y: 101.549341) พื้นที่ปลูกทุเรียนทั้งสิ้นประมาณ 50 ไร่ โดยพืชหลักที่ปลูกคือ ทุเรียน จำนวน 900 ต้น โดยแบ่งพื้นที่จำนวน 33 ต้น สำหรับเก็บข้อมูลการใช้ระบบการให้น้ำอัตโนมัติ โดยมีแผนผังการติดตั้งระบบการให้น้ำอัตโนมัติสำหรับพืช และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 ผังตำแหน่งการติดตั้งระบบการให้น้ำอัตโนมัติสำหรับพืช และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องโดยสังเขป

#### คำอธิบายสัญลักษณ์

- 1 จุดติดตั้งอุปกรณ์อ่านค่า/ส่งข้อมูลสำหรับเชื่อมต่อเซ็นเซอร์ และอุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณภาพกล้อง CCTV
  - 2 จุดติดตั้งปั้มน้ำ และตู้วงจรควบคุมปั้มน้ำ
  - 3 เซ็นเซอร์วัดความชื้นดิน 2 ระดับ คือ ระดับ 10 เซนติเมตร และ 20 เซนติเมตร
  - 4 เซ็นเซอร์วัดความชื้นในอากาศ อุณหภูมิ และความเข้มแสง
  - 5 กล้องวงจรปิด CCTV แบบมุมมองคงที่
  - 6 กล้องวงจรปิด CCTV แบบหมุน 180 องศา
- ตำแหน่งการเดินระบบไฟฟ้า 1 Phase, 220 V สำหรับระบบการให้น้ำอัตโนมัติสำหรับพืช

#### 3.1) การเตรียมพร้อมสถานที่ และระบบไฟฟ้าก่อนการติดตั้ง

เกษตรกรดำเนินการก่อสร้างอาคารสถานที่สำหรับติดตั้งอุปกรณ์อ่านค่า/ส่งข้อมูลสำหรับเชื่อมต่อเซ็นเซอร์ และอุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณภาพกล้อง CCTV และเดินระบบไฟฟ้าไปยังตำแหน่งที่ติดตั้งอุปกรณ์ภายในแปลง เพื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์แต่ละจุด ประกอบด้วย ตำแหน่งติดตั้งเซ็นเซอร์ และกล้องวงจรปิด CCTV ทั้งนี้เกษตรกรยังคงใช้ระบบไฟฟ้าเดิมที่เดินระบบอยู่แล้วในสวนคือ ไฟฟ้า 1 Phase, 220 V

### 3.2) การติดตั้งชุดระบบการให้น้ำอัตโนมัติสำหรับพืช

วงจรควบคุมปั้มน้ำ จำนวน 1 ชุด ควบคุมปั้มน้ำขนาด 2 แรงม้า ไฟฟ้า 220V สามารถสั่งปฏิบัติงานได้ทั้งรูปแบบกำหนดเอง (Manual) และรูปแบบอัตโนมัติ (Auto) มีหลอดไฟแสดงสถานะไฟฟ้าเข้า และสถานะการทำงานของปั้มน้ำ โดยติดตั้งอยู่บริเวณจุดติดตั้งปั้มน้ำ (ภาพที่ 9) จากนั้นทำการติดตั้งบริเวณจุดติดตั้งอุปกรณ์อ่านค่า/ส่งข้อมูลสำหรับเชื่อมต่อเซ็นเซอร์ โดยรับส่งข้อมูลไปบันทึกในฐานข้อมูลแบบออนไลน์โดยใช้โทรศัพท์มือถือ (ภาพที่ 10) และติดตั้ง Wireless module วัดความเข้มแสง อุณหภูมิ ความชื้นอากาศ และความชื้นดิน ในบริเวณใกล้ต้นทุเรียน (ภาพที่ 11)



ภาพที่ 9 วงจรควบคุมปั้มน้ำ จำนวน 1 ชุด ควบคุมปั้มน้ำขนาด 2 แรงม้า ไฟฟ้า 220V



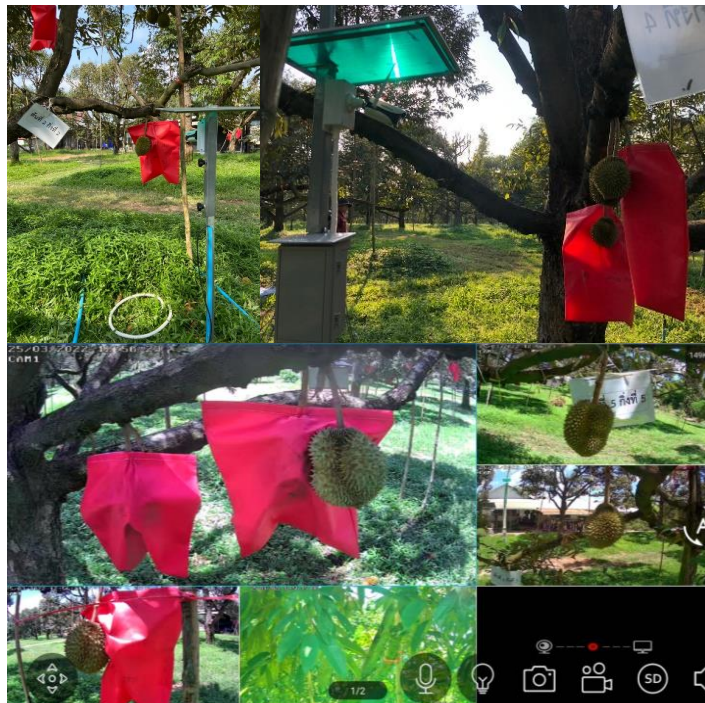
ภาพที่ 10 จุดติดตั้งอุปกรณ์อ่านค่า/ส่งข้อมูลสำหรับเชื่อมต่อเซ็นเซอร์



ภาพที่ 11 Wireless module วัดความเข้มแสง อุณหภูมิ ความชื้นอากาศ และความชื้นดิน

### 3.3) การติดตั้งกล้องวงจรปิด CCTV

ติดตั้งกล้องวงจรปิด CCTV จำนวน 5 ตัว ประกอบด้วย กล้องวงจรปิด CCTV แบบมุมมองคงที่ จำนวน 4 ตัว และกล้องวงจรปิด CCTV แบบหมุน 180 องศา จำนวน 1 ตัว โดยใช้ไฟฟ้า 220 V ที่สวนเตรียมไว้ และได้สร้างหลังคาคลุมกล้องวงจรปิด CCTV เพื่อให้มีอายุการใช้งานนานขึ้นอีกด้วย (ภาพที่ 12)



ภาพที่ 12 การติดตั้งกล้องวงจรปิด CCTV ณ สวนทุเรียนบัวแก้ว ต.วังจันทร์ อ.วังจันทร์ จ.ระยอง และภาพการทำงานของกล้อง

**4) ข้อมูลความเสถียรของอุปกรณ์ และวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกของระบบปฏิบัติการ**

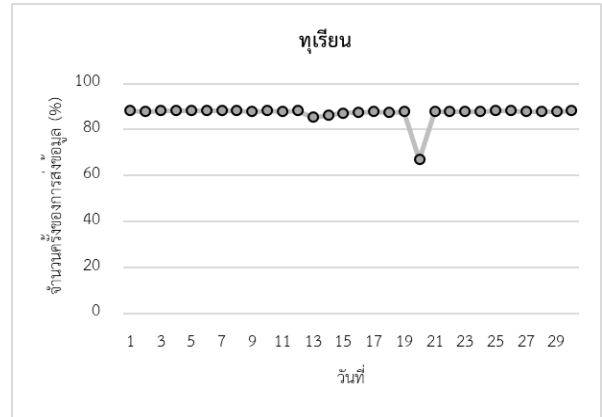
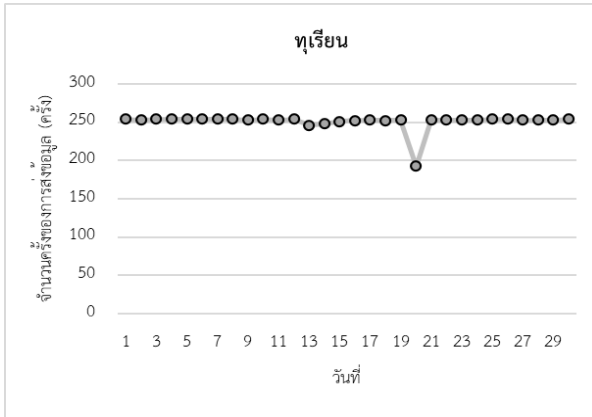
**4.1) ข้อมูลความเสถียรของอุปกรณ์**

ภายหลังการติดตั้งอุปกรณ์ต้นแบบในพื้นที่สวนทุเรียนบัวแก้ว ต.วังจันทร์ อ.วังจันทร์ จ.ระยอง ได้ดำเนินการเก็บข้อมูลความเสถียรของอุปกรณ์ เป็นระยะเวลา 3 เดือน คือ ช่วงเดือน มิถุนายน-สิงหาคม 2565 โดยข้อมูลที่ได้จากการบันทึกของระบบจะอยู่ในรูปแบบของจำนวนครั้งในการส่งข้อมูล ระบบมีการส่งข้อมูลทุก ๆ 5 นาที ข้อมูลที่ได้จะมีจำนวน 288 ครั้งต่อวัน มีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 4 และ ภาพที่ 13 จากข้อมูลพบว่าในสวนทุเรียนนี้ มีค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งในการส่งข้อมูลอยู่ที่ 251.67 ครั้งต่อวัน คิดเป็น 87.37 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ ค่าเฉลี่ยในรอบ 3 เดือน มีการส่งข้อมูลเฉลี่ย 7,716.33 ครั้งต่อเดือน คิดเป็น 87.37 เปอร์เซ็นต์ จากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นได้ว่าตลอดระยะเวลา 3 เดือน ที่มีการบันทึกข้อมูลความเสถียรของสวนทุเรียนบัวแก้ว มีอัตราการสูญหายของข้อมูลน้อยกว่า 13 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเกิดจากระบบไฟฟ้าไม่เสถียร เนื่องจากในพื้นที่จังหวัดระยองมีฟ้าผ่าบ่อยครั้ง ส่งผลต่อการทำงานของระบบ อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยได้แก้ปัญหาโดยการเปลี่ยนแหล่งจ่ายไฟมาเป็นโซลาเซลล์ ทำให้ระบบสามารถใช้งานได้ปกติ มีการส่งข้อมูลอย่างสม่ำเสมอจนถึงปัจจุบัน

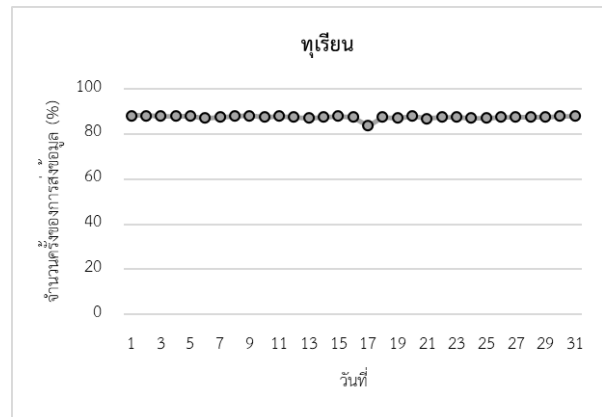
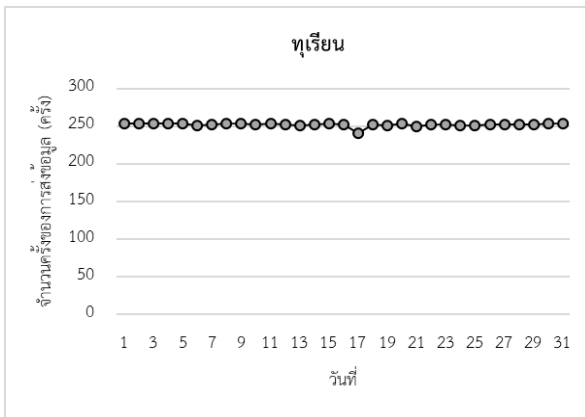
**ตารางที่ 4** จำนวนครั้งในการส่งข้อมูลของอุปกรณ์ที่ติดตั้งในภาคสนาม ณ สวนทุเรียนบัวแก้ว ต.วังจันทร์ อ.วังจันทร์ จ.ระยอง ในช่วงเดือนมิถุนายน-สิงหาคม 2565

เดือน	จำนวนครั้งของการส่งข้อมูล			
	ครั้งต่อวัน	เปอร์เซ็นต์ (%)	ครั้งต่อเดือน	เปอร์เซ็นต์ (%)
มิ.ย.	251.00	87.11	7,526.00	87.11
ก.ค.	252.00	87.44	7,809.00	87.47
ส.ค.	252.00	87.57	7,814.00	87.52
เฉลี่ย	251.67	87.37	7,716.33	87.37

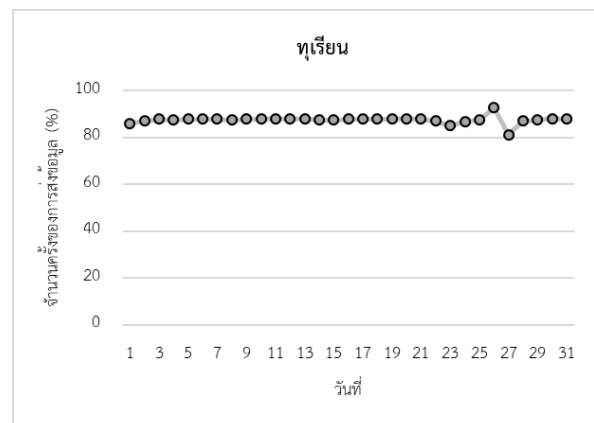
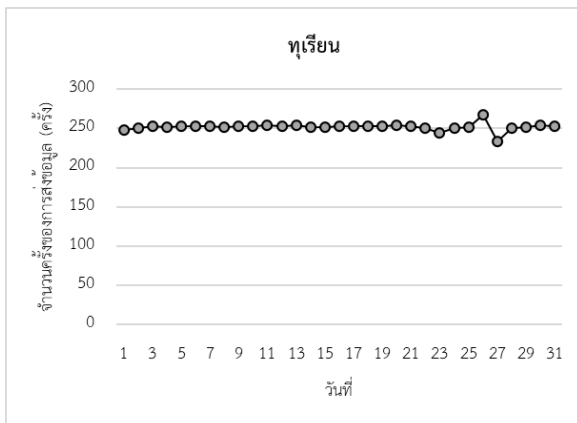
### เดือนมิถุนายน 2565



### เดือนกรกฎาคม 2565



### เดือนสิงหาคม 2565

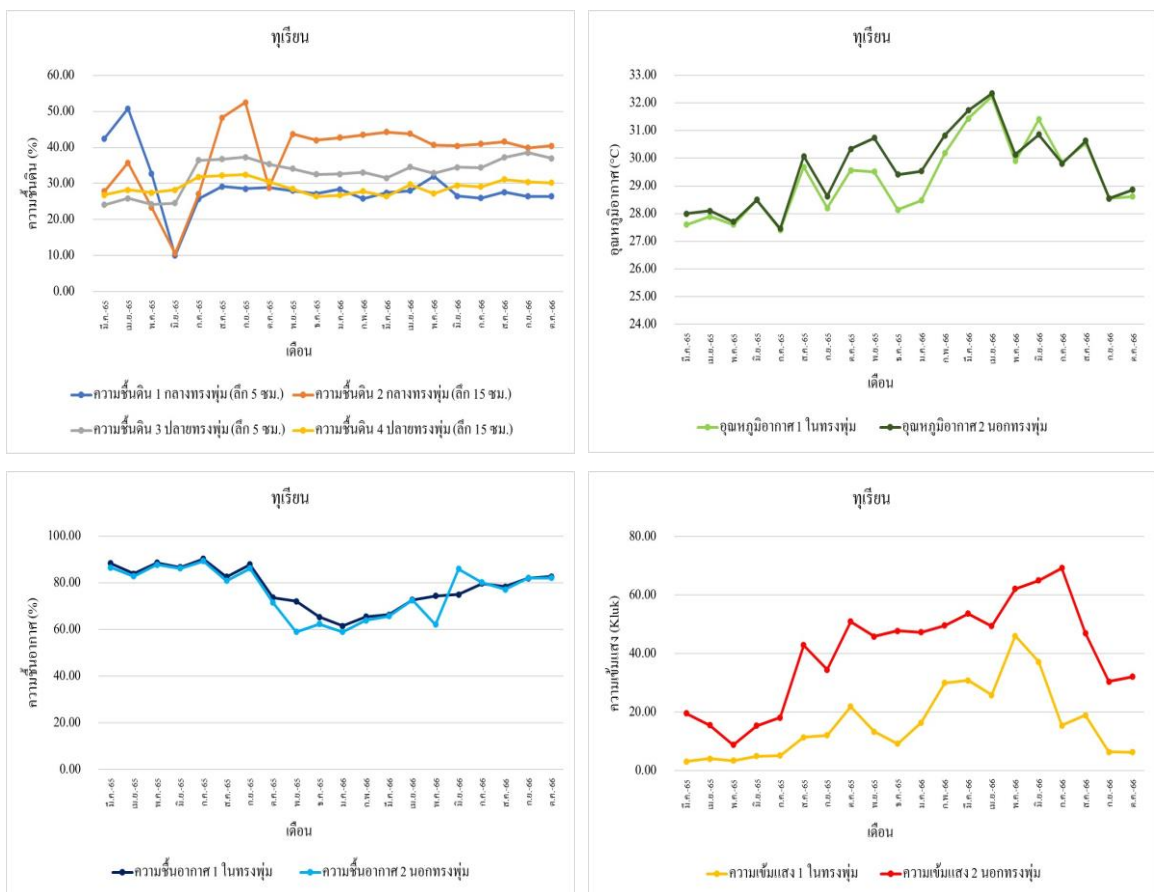


ภาพที่ 13 จำนวนครั้ง (ครั้งต่อวัน) และเปอร์เซ็นต์ (%) ในการส่งข้อมูล ณ สวนทุเรียนบัวแก้ว ต.วังจันทร์ อ.วังจันทร์ จ.ระยอง ในช่วงเดือนมิถุนายน-สิงหาคม 2565

#### 4.2) วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกของระบบปฏิบัติการ

ผลวิเคราะห์ข้อมูลสภาพอากาศที่ได้จากเซนเซอร์ภายหลังการติดตั้งระบบเพื่อทดสอบภาคสนาม ณ สวนทุเรียนบัวแก้ว ต.วังจันทร์ อ.วังจันทร์ จ.ระยอง ซึ่งในพื้นที่ดำเนินการแห่งนี้ประกอบด้วย เซนเซอร์วัดความชื้นดิน จำนวน 4 ชุด อุณหภูมิและความชื้นอากาศ จำนวน 2 ชุด และความเข้มแสง จำนวน 2 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

ข้อมูลจากค่าเซนเซอร์ ในช่วงเดือนมีนาคม 2565– เดือนตุลาคม 2566 พบว่าเซนเซอร์ทุกตัวสามารถอ่านค่าได้ปกติ ยกเว้นในช่วงเดือนพฤษภาคม–เดือนมิถุนายน 2565 มีฝนตกชุกในเขตพื้นที่ จ.ระยอง และมีฟ้าผ่าบ่อยครั้ง ส่งผลให้ Switching Power Supply ของอุปกรณ์ในส่วนของเซนเซอร์วัดความชื้นดินชุดที่ 1 และ ชุดที่ 2 ชำรุด ทำให้ไม่สามารถบันทึกข้อมูลในช่วงเวลาดังกล่าวได้ ซึ่งคณะทำงานได้ดำเนินการแก้ไขปัญหาโดยใช้โซล่าเซลล์เป็นแหล่งจ่ายไฟทดแทนการใช้ไฟฟ้า ทำให้เซนเซอร์ทุกตัวสามารถอ่านค่าได้ปกติจนถึงปัจจุบัน (ภาพที่ 14)



ภาพที่ 14 ข้อมูลสภาพอากาศจากเซนเซอร์วัดความชื้นดิน อุณหภูมิ ความชื้นอากาศ และความเข้มแสง ณ สวนทุเรียนบัวแก้ว ต.วังจันทร์ อ.วังจันทร์ จ.ระยอง ในช่วงเดือนมีนาคม 2565– ตุลาคม 2566

## 5) วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อถอดสูตรการผลิตพืช

**5.1) หัวข้อการศึกษา:** การศึกษาวิธีการให้น้ำทุเรียนตามค่าความชื้นดินผ่านเทคโนโลยีการให้น้ำอัจฉริยะ (รายงานผลการวิเคราะห์ข้อมูลพืช ระหว่างวันที่ 1 เมษายน – 30 กันยายน 2566) มีรายละเอียดของการศึกษาดังภาคผนวก ข และสามารถสรุปโดยสังเขปได้ดังนี้

**5.2) วัตถุประสงค์:** เพื่อศึกษาวิธีการให้น้ำทุเรียนตามค่าความชื้นดินผ่านเทคโนโลยีการให้น้ำอัจฉริยะ

**5.3) วิธีดำเนินการวิจัย:** วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design; RCBD จำนวน 5 ซ้ำ โดยกำหนดให้มี 2 กรรมวิธี คือ กรรมวิธีที่ 1 ให้น้ำตามค่าความชื้นดินผ่านเทคโนโลยีการให้น้ำอัจฉริยะจากการตั้งค่าความชื้นดิน (T1) และกรรมวิธีที่ 2 ให้น้ำตามวิธีเกษตรกร (T2) และดำเนินการเก็บข้อมูลดอกและผลทุเรียนพันธุ์หมอนทองที่ออกดอกในรุ่นเดียวกัน (1 ต้น เก็บข้อมูล 2 กิ่ง โดยเก็บข้อมูลช่วงกลางกิ่งยาว 1 เมตร พื้นที่ของกิ่งประมาณ 0.2 ตารางเมตร)

**5.4) การบันทึกข้อมูล:** บันทึกข้อมูลความชื้นดิน ข้อมูลปริมาณการให้น้ำ และข้อมูลปริมาณน้ำฝน จากนั้นนำข้อมูลผลผลิตและคุณภาพผลผลิตมาวิเคราะห์ทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance: ANOVA) และเปรียบเทียบค่าความแตกต่างทางสถิติด้วยวิธี Least Significant Difference (LSD) โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์สถิติ STATISIC 10

**5.5) อภิปรายผล:** จากการศึกษาอัตราการหลุดร่วงของดอกและผลของทุเรียน พบว่าวิธีการให้น้ำตามแบบเกษตรกรมีอัตราการหลุดร่วงสูงกว่าวิธีการให้น้ำตามค่าความชื้นดิน โดย Masri (1999) รายงานว่า ความชื้นดินมีผลอย่างมากต่อการติดดอกของต้นทุเรียน หากมีการให้น้ำไม่เพียงพอเป็นระยะเวลานานและต่อเนื่องจะทำให้ต้นทุเรียนไม่สามารถกระตุ้นการผลิตดอกได้มากขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่า การขาดแคลนน้ำที่รุนแรงหรือให้น้ำในปริมาณที่มากเกินไปอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้พืชออกดอกลดลงและมีจำนวนดอกน้อยลงอีกด้วย (Johnson et al., 1992) สอดคล้องกับวิธีการให้น้ำตามแบบเกษตรกร (T2) ในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2565 ถึงเดือนเมษายน 2566 เกษตรกรเริ่มมีการให้น้ำในปริมาณที่สูงขึ้นมากกว่าวิธีการให้น้ำตามค่าความชื้นดิน (T1) ขณะที่วิธีการให้น้ำตามค่าความชื้นดินมีการให้น้ำอย่างสม่ำเสมอตามระดับความชื้นดินที่ตั้งไว้ ซึ่งการให้น้ำมากเกินไปส่งผลโดยตรงต่ออัตราการหลุดร่วงของดอกและผลของทุเรียน ทั้งนี้ความเครียดจากน้ำส่งผลกระทบในวงกว้างของกระบวนการทางสรีรวิทยา เช่น พฤติกรรมของปากใบ การสังเคราะห์ด้วยแสง การคายน้ำ การเคลื่อนย้ายน้ำและธาตุอาหาร รวมทั้งการแบ่งตัวของการดูดซึมน้ำ เป็นต้น การเปลี่ยนแปลงในกระบวนการเหล่านี้มีความสำคัญเป็นพิเศษ เนื่องจากมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการเจริญเติบโตของพืชและผลผลิต (Elfvig, 1994) นอกจากนี้ความชื้นในดินที่จำกัดยังทำให้เปอร์เซ็นต์การร่วงของผลเพิ่มขึ้นอย่างมากหลังจากติดผล 2 สัปดาห์ (Masri, 1999) ทั้งนี้ผลทุเรียนอาจร่วงก่อนเวลาอันควรแม้ว่าจะมีขนาดผลเท่าลูกเทนนิสก็ตาม เนื่องจากการให้น้ำมีความสำคัญอย่างมากในการลดการร่วง

หล่นของผล (Zainal Abidin et al.1991) จากการศึกษาของ Masri (1999) เกี่ยวกับการออกดอก ติดผล และผลร่วงของทุเรียนภายใต้ความชื้นในดินที่แตกต่างกัน พบว่า การให้น้ำในระดับน้อย (25 ลิตร/ต้น/วัน) และปริมาณน้ำมาก (100 ลิตร/ต้น/วัน) ทำให้เกิดจำนวนช่อดอกและดอกน้อยที่สุด ซึ่ง บ่งชี้ได้ว่าความเครียดที่เกิดจากการขาดน้ำหรือการให้น้ำมากเกินไปอย่างต่อเนื่อง ไม่สามารถทำให้ จำนวนดอกเพิ่มขึ้นได้ ซึ่งการให้น้ำในระดับปานกลาง (50-75 ลิตร/ต้น/วัน) ทำให้เกิดจำนวนช่อดอก ดอก และดอกต่อช่อสูงที่สุด สำหรับการให้น้ำของต้นทุเรียนภายใต้ความชื้นดินในระดับน้อย (25 ลิตร/ต้น/วัน) มีเปอร์เซ็นต์การร่วงของผลสูงมากถึง 100% ที่ 5 สัปดาห์หลังจากติดผล อย่างไรก็ตาม การให้น้ำในระดับปานกลาง (50-75 ลิตร/ต้น/วัน) และปริมาณน้ำมาก (100 ลิตร/ต้น/วัน) ในช่วง ระยะการพัฒนาของผลในระยะแรกพบว่าผลร่วงลดลง 1-3% ซึ่งการแก้ปัญหาดังกล่าวจะเป็นการ แก้ไขเพียงเล็กน้อย แต่มีความสำคัญในการเพิ่มผลผลิตของต้นทุเรียน สอดคล้องกับวิธีการให้น้ำตาม ค่าความชื้นดินที่มีการให้น้ำทุเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 63.65 ลิตร/ต้น/วัน ซึ่งขัดแย้งกับ Shaari et al. (1985) รายงานว่า การให้น้ำไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การติดผล เนื่องจากน้ำไม่ถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญของการ ติดผล แต่การผสมเกสรที่ล้มเหลวและการขาดการปฏิสนธิของตัวอ่อนเป็นปัจจัยสำคัญสอง ประการที่จำกัดของการติดผลชุดแรกของทุเรียน อย่างไรก็ตามหากมีฝนตกในระหว่างระยะดอกบาน เต็มที่ทำให้ลดการติดผลได้ เนื่องจากละอองเรณูเกิดความเสียหาย (Shaji et al. 1992) ซึ่งสอดคล้อง กับอัตราการหลุดร่วงของดอกและผลของทุเรียนของสวนทุเรียนบัวแก้ว เนื่องจากในช่วงเดือนตุลาคม ถึงเดือนพฤศจิกายนมีฝนตกในระหว่างการติดดอกของทุเรียน อย่างไรก็ตาม การรดน้ำในปริมาณน้อย เป็นประจำจะเป็นประโยชน์ต่อต้นทุเรียนมากกว่าการให้น้ำในปริมาณมากแต่ไม่บ่อยครั้ง (Subhadrabandhu and Ketsa, 2001)

จากการศึกษาความกว้างผลและความยาวผล พบว่า วิธีการให้น้ำตามค่าความชื้นดินมีอัตราการ เจริญเติบโตของผลสูงกว่าวิธีการให้น้ำตามแบบเกษตรกร ซึ่งความจุความชื้นสนามในวิธีการให้น้ำ ตามค่าความชื้นดินอยู่ในช่วง 70.06-74.50% สอดคล้องกับ Wei (2017) พบว่า การให้น้ำที่ความจุ ความชื้นสนามอยู่ในช่วง 65-70% ทำให้มีค่าเส้นผ่านศูนย์กลางผลและความยาวของผลสูงกว่า กรรมวิธีอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้การพัฒนาผลของทุเรียนทั้ง 2 กรรมวิธีมีอัตราการ เจริญเติบโตของผลทุเรียนอย่างรวดเร็วในช่วงแรก สอดคล้องกับการศึกษาการเจริญเติบโตของทุเรียน พันธุ์หมอนทอง โดยพีรพงษ์ (2541) รายงานว่ารูปแบบการเจริญเติบโตของผลเป็นแบบ Simple Sigmoid Curve ซึ่งการพัฒนาของผลตรงกับระยะที่สอง (Log Phase) คือ ช่วงที่อายุของผลทุเรียน 57-92 วันหลังดอกบาน ช่วงนี้ผลทุเรียนจะเจริญขึ้นอย่างรวดเร็ว มีอัตราการเพิ่มของน้ำหนักผลสูงชัน เป็น 50-78.3 เปอร์เซ็นต์/ผล/สัปดาห์ (พีรพงษ์, 2541) ขณะที่ความยาวผลในวิธีการให้น้ำตามค่า ความชื้นดินมีการพัฒนาของผลตรงกับระยะสุดท้าย (Stationary Phase) เมื่ออายุของผลทุเรียน

มากกว่า 85 วัน ซึ่งการเจริญเติบโตของผลทุเรียนจะเป็นไปอย่างช้าๆ โดยอัตราการเพิ่มของน้ำหนักผลจะลดลงเป็น 7.3 เปอร์เซ็นต์/ผล/สัปดาห์และคงที่ในที่สุด (พีรพงษ์, 2541)

จากการศึกษาน้ำหนักผล ความยาวผล ความกว้างผล ความหนาเปลือก น้ำหนักเนื้อ และน้ำหนักเมล็ด พบว่า วิธีการให้น้ำตามค่าความชื้นดินมีค่าสูงกว่าวิธีการให้น้ำตามแบบเกษตรกร ซึ่งความจุความชื้นสนามในวิธีการให้น้ำตามค่าความชื้นดินอยู่ในช่วง 70.06-74.50% จากการศึกษาข้อมูลในปัจจุบัน การศึกษาปริมาณการให้น้ำในดินที่ส่งผลต่อผลผลิตและคุณภาพของผลทุเรียนยังไม่พบการรายงาน อย่างไรก็ตามทุเรียนเป็นไม้ผลเขตร้อน (Tropical fruits) จึงสอดคล้องกับ Wei (2017) ที่ทำการศึกษาเกี่ยวกับอิทธิพลของการให้น้ำในระยะการเจริญเติบโตต่อผลผลิตและคุณภาพมะม่วง โดยมะม่วงเป็นไม้ผลเขตร้อนเช่นเดียวกับทุเรียน ซึ่งรายงานว่า ผลผลิตและคุณภาพของผลมะม่วงในระยะการเจริญเติบโตของผลได้รับผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญภายใต้ปริมาณการให้น้ำที่แตกต่างกัน ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำในดินไม่เพียงแต่ส่งผลต่อขนาดของผลเท่านั้น แต่ยังส่งผลต่อผลผลิตอีกด้วย โดยการให้น้ำที่ความจุความชื้นสนามประมาณ 65-70% ส่งผลให้มีผลผลิตสูงที่สุด ซึ่งปริมาณการให้น้ำยังส่งผลต่อลักษณะคุณภาพของผล เช่น ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด น้ำตาลที่ละลายได้ แป้ง และปริมาณวิตามินซี การประเมินผลกระทบของความสัมพันธ์ต่อปริมาณการให้น้ำแสดงให้เห็นว่า การควบคุมความชื้นดินให้อยู่ในช่วง 65-70% ของความจุความชื้นสนามเป็นการให้น้ำที่เหมาะสมสำหรับการปลูกมะม่วง ทำให้ได้ผลผลิตและคุณภาพของผลที่ดี รวมทั้งเป็นการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ

**5.6) สรุปผล:** จากการศึกษาวิธีการให้น้ำทุเรียนตามค่าความชื้นดินผ่านเทคโนโลยีการให้น้ำอัจฉริยะ พบว่า วิธีการให้น้ำตามค่าความชื้นดิน ทำให้ต้นทุเรียนมีอัตราการหลุดร่วงของดอกและผลทุเรียนลดลง นอกจากนี้ยังพบว่าผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของทุเรียน ได้แก่ น้ำหนักผล ความยาวผล ความกว้างผล ความหนาเปลือก น้ำหนักเนื้อ และน้ำหนักเมล็ดมีค่ามากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการให้น้ำตามวิธีเกษตรกร แม้ว่าการศึกษาลักษณะของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ความหนาเนื้อ และสัดส่วนที่บริโภคได้จะไม่มี ความแตกต่างกันมากนัก แต่กลับพบว่าวิธีการให้น้ำตามค่าความชื้นดิน (2.20 °Brix, 17.43 มิลลิเมตร และ 28.67%) มีแนวโน้มสูงกว่าการให้น้ำตามวิธีเกษตรกร (1.60 °Brix, 16.00 มิลลิเมตร และ 24.11%)

การติดตั้งระบบตรวจวัดและควบคุมแบบไร้สายช่วยลดต้นทุนในการผลิตทุเรียน ณ สวนบัวแก้ว จังหวัดระยอง ส่งผลให้ช่วยลดแรงงานในการจัดการการให้น้ำและปุ๋ยในช่วงระยะออกดอกจนถึงระยะเก็บเกี่ยว และลดความเสี่ยงในการเกิดความเสียหายแก่ผลผลิตพืช เช่น ให้น้ำมากเกินไปจนทำให้เกิดโรคที่เกิดจากเชื้อรา จึงเป็นการควบคุมการให้น้ำตามความต้องการของพืช ไม่ให้มากเกินไป นอกจากนี้ยังมีส่วนช่วยในการประหยัดน้ำที่ให้กับต้นทุเรียนได้ ซึ่งจากเดิมเกษตรกรเจ้าของแปลงมีการให้น้ำเฉลี่ยเท่ากับ 123.04 ลิตร/ต้น/วัน แต่การให้น้ำตามค่าความชื้นดินนั้นมี

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 63.65 ลิตร/ต้น/วัน ซึ่งพบว่ามีปริมาณการให้น้ำลดลงถึง 59.39 ลิตร/ต้น/วัน หรือคิดเป็นร้อยละ 48.27 โดยการให้น้ำตามแบบเกษตรกรเป็นการทำให้เกิดการสูญเสียน้ำและเป็นการให้น้ำมากเกินไปเกินความต้องการของต้นทุเรียน

### 5.7) ข้อเสนอแนะ

5.7.1) การปลูกทุเรียนควรมีการให้น้ำในปริมาณที่เพียงพอและเหมาะสมตลอดระยะเวลาในการปลูก เพื่อลดการสูญเสียน้ำและลดการสิ้นเปลืองทรัพยากรน้ำในพื้นที่ รวมทั้งรักษาสภาพแวดล้อมในการปลูกให้เหมาะสมกับความต้องการของทุเรียนเพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพ

5.7.2) ควรมีการให้น้ำตามค่าความชื้นดิน เนื่องจากสามารถรักษาความชื้นในดินให้มีความสม่ำเสมอ นอกจากนี้ยังเป็นการประหยัดน้ำและยังช่วยให้สามารถรับมือกับปรากฏการณ์เอลนีโญที่จะเกิดขึ้นได้ในอนาคต ซึ่งการให้น้ำในปริมาณที่เหมาะสมตามความต้องการของพืชจะส่งผลให้มีผลผลิต และคุณภาพผลผลิตที่ดีกว่าการให้น้ำที่น้อยเกินไปหรือมากเกินไปจนเกินความจำเป็น

5.7.3) ควรมีการตั้งค่าการให้น้ำแบบอัตโนมัติหลายโปรแกรมที่มีความแตกต่างกันไปเพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของพืชในแต่ละระยะการเจริญเติบโต เช่น ระยะดอกควรมีการลดปริมาณการให้น้ำลง ขณะที่ช่วงขยายผลต้องมีการเพิ่มปริมาณน้ำเพื่อให้ทุเรียนสามารถขยายขนาดผลได้ เป็นต้น ตามรายละเอียดดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ความต้องการน้ำของทุเรียนสวนบัวแก้ว จ.ระยอง

ระยะการพัฒนา	ช่วงเดือน	ปริมาณน้ำ (ลิตร/ต้น/วัน)
เตรียมต้น	พ.ค.-ก.ค.	21.10
ชักนำดอก (ทำสาร)	ส.ค.-ก.ย.	39.89
ติดดอก	ต.ค.-พ.ย.	66.93
ติดผล	ธ.ค.	92.32
ผลอ่อน	ม.ค.	109.26
ผลกลาง	ก.พ.-มี.ค.	124.73
เริ่มสุกแก่	เม.ย.	39.00

อย่างไรก็ตาม นอกจากความต้องการน้ำของพืชจะเป็นสิ่งสำคัญแล้ว คุณสมบัติของดินก็เป็นตัวแปรสำคัญในการให้น้ำกับพืช เนื่องจากดินแต่ละชนิดมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ เมื่อก้าวถึงดินกับการให้น้ำจึงต้องคำนึงถึงความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน อัตราการซึมน้ำ ปริมาณน้ำที่พืชจะนำไปใช้ได้ และความจุความชื้นสนาม ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะมีส่วนช่วยในการให้น้ำ

และการจัดการน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ กล่าวคือ พีชจะเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้ดี เมื่อความชื้นในดินอยู่ที่ระดับความจุความชื้นสนาม หรือต่ำกว่าเล็กน้อย ดังนั้นการระบายน้ำเร็วหรือช้าจะเป็นส่วนที่กำหนดปริมาณการให้น้ำ วิธีการให้น้ำ และการจัดการระบบน้ำที่ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

#### 6) ประเมินความพึงพอใจ และสรุปผลการใช้งานกับเกษตรกร

จากการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบต้นแบบตรวจวัดเทคโนโลยีความต้องการของพืชแบบไร้สาย ผ่านการสัมภาษณ์นายสมบูรณ์ งามเสงี่ยม เกษตรกรผู้ปลูกทุเรียนสวนบัวแก้ว อ.วังจันทร์ จ.ระยอง ซึ่งเป็นเกษตรกรต้นแบบภายใต้โครงการฯ พบว่า ระดับความพึงพอใจเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 98.07 ตามรายละเอียดดังตารางที่ 6 และได้มีข้อคิดเห็น/ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการใช้งานระบบว่า ข้อมูลที่ได้จากระบบฯ มีส่วนช่วยในการบริหารจัดการแปลงปลูกได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีความแม่นยำสูง รูปแบบการใช้งานต่างๆ เข้าถึงง่าย จึงอยากให้มีมากขึ้น ช่วยพัฒนาอุปกรณ์และระบบฯ ให้สามารถรองรับเซนเซอร์ประเภทอื่นให้มากขึ้น เช่น เซนเซอร์วัดค่าการนำไฟฟ้าในดินเพื่อดูความเข้มข้นของปุ๋ยที่อยู่ในดิน เป็นต้น เพื่อเป็นประโยชน์แก่เกษตรกรในระยะยาวต่อไป

ตารางที่ 6 แบบประเมินความพึงพอใจของเกษตรกรผู้ปลูกทุเรียน สวนบัวแก้ว อ.วังจันทร์ จ.ระยอง

หัวข้อ	ลำดับที่	ประเด็น	ร้อยละระดับความพึงพอใจ
1. ด้านข้อมูล	1.	ครอบคลุมตามความต้องการในการใช้งาน	75.00
	2.	ความถูกต้องของข้อมูล	100.00
	3.	ความสะดวกในการเรียกดูข้อมูลและสืบค้นข้อมูล	100.00
	4.	การเข้าถึงระบบทำได้ง่ายและรวดเร็ว	100.00
	5.	รายงานข้อมูลได้ตามต้องการ	100.00
2. ด้านการออกแบบ	6.	เมนูใช้งานง่าย	100.00
	7.	การจัดรูปแบบง่ายต่อการใช้งาน	100.00
	8.	ความเร็วในการแสดงผลข้อมูล	100.00
	9.	ข้อความสื่อความหมายชัดเจน	100.00
	10.	ความเหมาะสมของรูปแบบการรายงานผล	100.00
3. ด้านการนำไปใช้งาน	11.	ข้อมูลมีประโยชน์ต่อการนำไปใช้ต่อยอด	100.00
	12.	เป็นสื่อในการเผยแพร่และประชาสัมพันธ์	100.00
	13.	ระบบมีประสิทธิภาพในการใช้งาน	100.00

#### 4.3.2 ลำไย: พื้นที่ดำเนินการ คือ สวนลำไย ต.แม่หอพระ อ.แม่แตง จ.เชียงใหม่

##### 1) การสำรวจความต้องการของเกษตรกร

ชื่อเกษตรกร: นายสมมิตร บุญนาค

ปัญหาที่พบ: ผลผลิตลำไยไม่ได้คุณภาพ เนื่องจากการจัดการที่ไม่เหมาะสม ให้น้ำมากเกินไปเกินความต้องการของพืช ปัญหาโรคและแมลง

ความต้องการเทคโนโลยี: ต้องการทราบปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อผลผลิต การบริหารจัดการน้ำให้เพียงพอต่อความต้องการของลำไย และดูแลวัชพืชรบกวน

ความพร้อมของเกษตรกร: เปิดใจยอมรับนวัตกรรมใหม่ ๆ และยินยอมรับการเปลี่ยนแปลงเพื่อรับเทคโนโลยีใหม่ ๆ

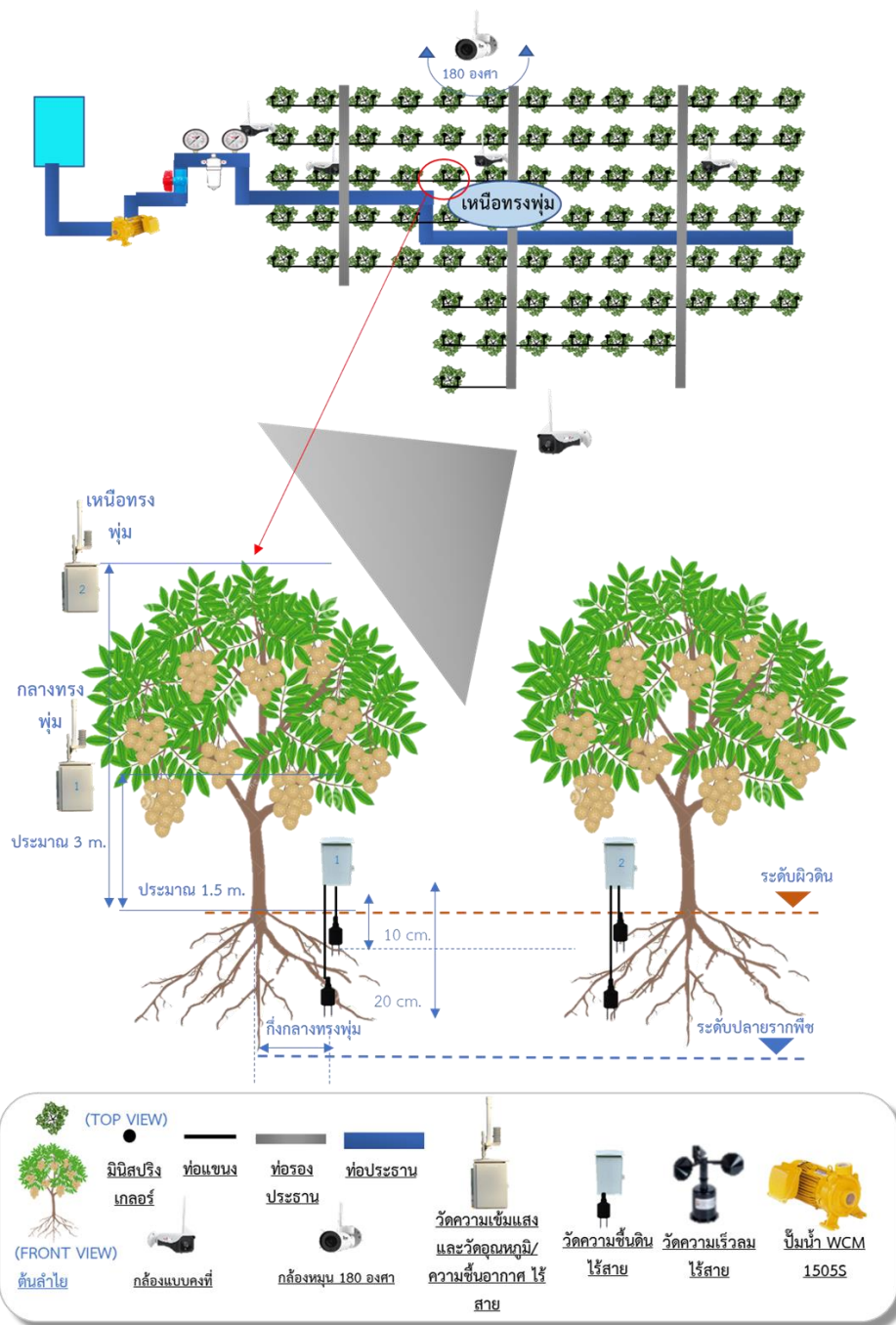
##### 2) ออกแบบระบบการใช้งานอุปกรณ์ให้เหมาะสมกับพื้นที่

การออกแบบการติดตั้งอุปกรณ์ให้เหมาะสมกับพื้นที่ในสวนลำไยมีผังการติดตั้งอุปกรณ์ (ภาพที่ 15) และรายละเอียดดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 การออกแบบการติดตั้งอุปกรณ์ที่เหมาะสมกับสวนลำไย

วิธีการดำเนินการวิจัย	เหตุผลในการดำเนินงาน	ผลที่คาดว่าจะได้รับ
การทดลองปลูกลำไยทั้งหมด 99 ต้น	ตำแหน่งของแปลงอยู่ติดกับอาคารที่พักและบ่อพักน้ำทำให้อุณหภูมิสูงเกินไป การจัดการและสังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงได้ง่าย	สามารถดูแลและจัดการได้ง่ายและทั่วถึง
หัวจ่ายน้ำชนิดมินิสปริงเกอร์ จำนวน 2 หัว/ต้น มีอัตราการไหล/หัว เท่ากับ 70 ลิตร/ชั่วโมง	เดิมเกษตรกรใช้หัวจ่ายน้ำชนิดมินิสปริงเกอร์ 2 หัว/ต้น มีอัตราการไหล/หัว สูงมากคือ 600-800 ลิตร/ชม. พืชจึงดูดน้ำและปุ๋ยไม่ทัน ทำให้มีน้ำและปุ๋ยสูญเสียไป และรากพืชขาดอากาศหายใจ จึงปรับใช้หัวที่มีอัตราการไหลน้อยลง ให้น้ำครั้งละน้อยๆ แต่บ่อยครั้ง	ลดปริมาณการใช้น้ำและปุ๋ยลง และลดพลังงานไฟฟ้า พืชมีการเจริญเติบโตดีขึ้น
การติดตั้งเซ็นเซอร์จะเลือก ลำไย 1 ต้น ที่อยู่ห่างจากบ่อพักน้ำ 50 เมตร เป็นตัวแทนของ	เนื่องจากเป็นต้นที่มีลักษณะการเจริญเติบโตดี มีความสมบูรณ์ เหมาะสำหรับการทดสอบอุปกรณ์	ต้น ลำไย สามารถแสดงศักยภาพในการให้ผลผลิตที่ดีขึ้น

วิธีการดำเนินการวิจัย	เหตุผลในการดำเนินงาน	ผลที่คาดว่าจะได้รับ
ทั้งสิ้น	เซ็นเซอร์	
การติดตั้งเซ็นเซอร์วัดความเข้มแสง และเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ ความชื้นอากาศ ชนิดละ 2 ตัว ที่กลางทรงพุ่มและเหนือทรงพุ่ม	เปรียบเทียบความแตกต่างของ ความเข้มแสง และอุณหภูมิ ความชื้นอากาศที่ต้นพืชได้รับใน ตำแหน่งที่แตกต่างกัน	สามารถทราบค่าความเข้มแสง และอุณหภูมิความชื้นอากาศที่เหมาะสมในการปลูกลำไย
ติดตั้งเซ็นเซอร์วัดความชื้นดิน 4 ตัว ที่บริเวณกึ่งกลางรัศมีทรงพุ่มและที่ปลายทรงพุ่มที่ระดับความลึก 10 ซม. กับ 30 ซม.	ต้องการเปรียบเทียบความชื้นดินในตำแหน่งที่แตกต่างกัน เพื่อให้ได้ตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับการติดตั้งเซ็นเซอร์วัดความชื้นดิน	สามารถทราบค่าและตำแหน่งที่เหมาะสมของเซ็นเซอร์วัดความชื้นดินในต้นลำไย
ติดตั้งเซ็นเซอร์วัดความเร็วลม 1 ตัว ติดตั้งบริเวณกลางแปลงเหนือทรงพุ่มของต้นลำไย	ดูความเร็วลมในแปลงลำไยเพื่อเปรียบเทียบกับเซ็นเซอร์วัดความชื้นดิน	สามารถบ่งชี้การระเหยของน้ำเมื่อความเร็วลมมีการเปลี่ยนแปลง
ติดตั้งกล้อง CCTV แบบติดตั้งคงที่ 1 ชุด ที่บริเวณบ่อพักน้ำ	เพื่อทราบปริมาณน้ำที่เก็บไว้ในบ่อพักน้ำ	หากน้ำในบ่อพักน้ำลดลง จะได้เติมน้ำเข้าบ่อได้ทันเวลา
กล้อง CCTV แบบติดตั้งคงที่ 3 ชุด บริเวณ หัว แปลง กลางแปลง และท้ายแปลง ตำแหน่งละ 1 ชุด	เพื่อดูการแตกใบ การติดดอก และการติดผล การเกิดโรคและแมลง ในต้นลำไย	เพื่อติดตามต้นลำไยในแต่ละระยะการเติบโต และดูแลเรื่องโรคและแมลง หากเกิดสิ่งผิดปกติจะแก้ไขได้ทันเวลา

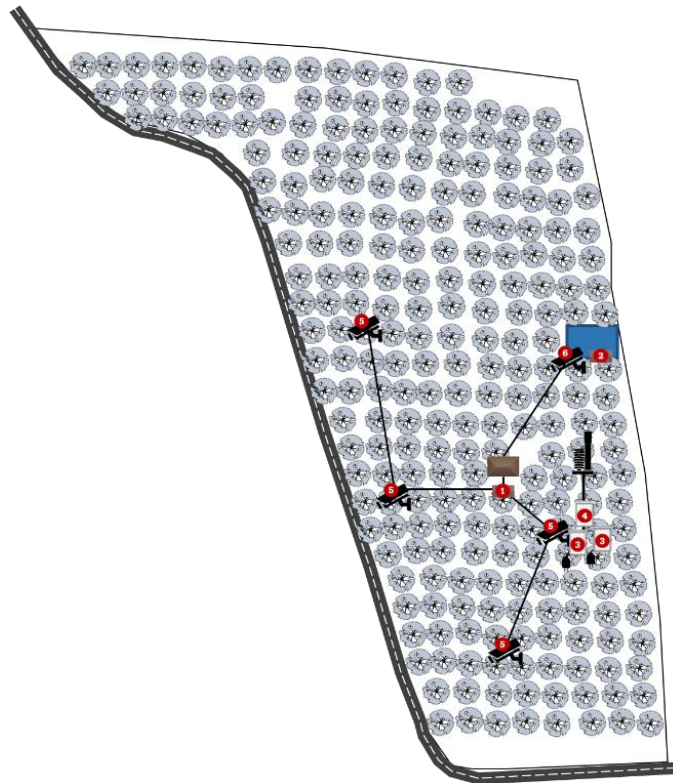


ภาพที่ 15 ผังการติดตั้งอุปกรณ์ในสวนลำไย ต.แม่หอพระ อ.แม่แตง จ.เชียงใหม่

### 3) การติดตั้งและทดสอบต้นแบบภาคสนามร่วมกับเกษตรกร

การติดตั้งอุปกรณ์อยู่ในเขตพื้นที่ ตำบลแม่หอพระ อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ (พิกัด X: 19.132248, Y: 99.041802) โดยสวนลำไยคุณสมมิตร บุญนาค ถูกจัดตั้งเป็นศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร (ศูนย์เครือข่าย) แปลงใหญ่ลำไยตำบลแม่หอพระ ของสำนักงานเกษตรอำเภอแม่แตง

มีพื้นที่ปลูกลำไยทั้งสิ้นประมาณ 8 ไร่ 3 งาน ซึ่งพืชหลักที่ปลูกคือ ลำไย จำนวน 250 ต้น โดยแบ่งพื้นที่จำนวน 99 ต้น สำหรับการเก็บข้อมูลการใช้ระบบการให้น้ำอัตโนมัติ โดยมีแผนผังการติดตั้งระบบการให้น้ำอัตโนมัติสำหรับพืชและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องดัง ภาพที่ 16



ภาพที่ 16 ผังตำแหน่งการติดตั้งระบบการให้น้ำอัตโนมัติสำหรับพืช และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องโดยสังเขป

คำอธิบายสัญลักษณ์

- 1 จุดติดตั้งอุปกรณ์อ่านค่า/ส่งข้อมูล เชื่อมต่อเซ็นเซอร์และอุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณภาพกล้อง CCTV
  - 2 จุดติดตั้งปั้มน้ำ และตู้วงจรควบคุมปั้ม
  - 3 เซ็นเซอร์วัดความชื้นดิน 2 ระดับ คือ ระดับ 10 เซนติเมตร และ 20 เซนติเมตร
  - 4 เซ็นเซอร์วัดความชื้นในอากาศ อุณหภูมิ และความเข้มแสง
  - 5 กล้องวงจรปิด CCTV แบบมุมมองคงที่
  - 6 กล้องวงจรปิด CCTV แบบหมุน 180 องศา
- ตำแหน่งการเดินระบบไฟฟ้า 1 Phase, 220 V สำหรับระบบการให้น้ำอัตโนมัติสำหรับพืช

### 3.1) การเตรียมพร้อมสถานที่ และระบบไฟฟ้าก่อนการติดตั้ง

เกษตรกรเตรียมความพร้อมสถานที่ และระบบไฟฟ้าก่อนการติดตั้ง (ภาพที่ 17) เกษตรกรดำเนินการก่อสร้างอาคารสถานที่สำหรับติดตั้งอุปกรณ์อ่านค่า/ส่งข้อมูลสำหรับเชื่อมต่อเซ็นเซอร์ และอุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณภาพกล้อง CCTV (ภาพที่ 18) และเดินระบบไฟฟ้าไปยังตำแหน่งที่ติดตั้งอุปกรณ์ภายในแปลง เพื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์แต่ละจุด ประกอบด้วย ตำแหน่งติดตั้งเซ็นเซอร์ และกล้องวงจรปิด CCTV (ภาพที่ 19) ทั้งนี้เกษตรกรยังคงใช้ระบบไฟฟ้าเดิมที่เดินระบบอยู่แล้วในสวน คือ ไฟฟ้า 1 Phase 220 V



ภาพที่ 17 เกษตรกรเตรียมความพร้อมสถานที่ และระบบไฟฟ้าก่อนการติดตั้ง



ภาพที่ 18 จุดติดตั้งอุปกรณ์อ่านค่า/ส่งข้อมูล สำหรับเชื่อมต่อเซ็นเซอร์ และอุปกรณ์รับ-ส่ง สัญญาณภาพกล้อง CCTV



ภาพที่ 19 ระบบไฟฟ้าไปยังตำแหน่งที่ติดตั้ง อุปกรณ์ภายในแปลง ประกอบด้วย ตำแหน่ง ติดตั้งเซ็นเซอร์ และกล้องวงจรปิด CCTV

### 3.2) การติดตั้งชุดระบบการให้น้ำอัตโนมัติสำหรับพืช ประกอบด้วย

(1) วงจรควบคุมปั้มน้ำ จำนวน 1 ชุด ควบคุมปั้มน้ำขนาด 2 แรงม้า ไฟฟ้า 220 v (ภาพที่ 20) สามารถสั่งปฏิบัติงานได้ทั้งรูปแบบกำหนดเอง (Manual) และรูปแบบอัตโนมัติ (Auto) มีหลอดไฟแสดงสถานะไฟฟ้าเข้า และสถานะการทำงานของปั้มน้ำ โดยติดตั้งอยู่บริเวณจุดติดตั้งปั้มน้ำ



ภาพที่ 20 วงจรควบคุมปั้มน้ำ จำนวน 1 ชุด ควบคุมปั้มน้ำขนาด 2 แรงม้า ไฟฟ้า 220v

(2) อุปกรณ์อ่านค่า/ส่งข้อมูลสำหรับเชื่อมต่อเซ็นเซอร์ ทำการติดตั้งบริเวณจุดติดตั้ง (ภาพที่ 21) โดยรับส่งข้อมูลไปบันทึกในฐานข้อมูลแบบออนไลน์โดยใช้โทรศัพท์มือถือ



ภาพที่ 21 การติดตั้งอุปกรณ์อ่านค่า/ส่งข้อมูลสำหรับเชื่อมต่อเซ็นเซอร์

โดยอุปกรณ์อ่านค่า/ส่งข้อมูลสำหรับเชื่อมต่อเซ็นเซอร์ มีคุณสมบัติ (ภาพที่ 22) ดังนี้

- สามารถตั้งค่าควบคุมแบบออนไลน์โดยใช้โทรศัพท์มือถือเชื่อมต่อระบบกับอินเทอร์เน็ตในการสื่อสารข้อมูล ตั้งค่า Upper, Lower Limit พร้อมทั้ง ใส่ค่าหน่วยเวลาสำหรับสั่งการ Output ได้
- ใส่ค่า Offset เพื่อชดเชยค่าของเซ็นเซอร์พร้อมทั้งตั้งค่าเพื่อใช้ Calibrate Sensor ได้
- ตั้งความถี่ในการบันทึกข้อมูลได้
- ปรับความละเอียดในการดูข้อมูล และเลือกช่วงเวลาในการดูข้อมูลได้
- กำหนดเปิด-ปิด การทำงานของ Output โดยเซ็นเซอร์ได้
- สามารถเปิด-ปิด การแจ้งเตือนผ่าน Application Line ได้ กรณีที่ค่าเซ็นเซอร์มีค่าสูงหรือต่ำกว่า พร้อมทั้งเมื่อค่ากลับมาปกติ
- แจ้งเตือนกรณีหลุดการเชื่อมต่อ ทาง Application Line
- เลือกดูข้อมูลสถิติแสดงผลค่าเซ็นเซอร์แบบกราฟและตัวเลขสถิติ



ภาพที่ 22 คุณสมบัตินำเข้า/ส่งออกข้อมูลสำหรับเชื่อมต่อเซ็นเซอร์

(3) Wireless module วัดความเข้มแสง อุณหภูมิ ความชื้นอากาศ (ภาพที่ 23) และ ความชื้นดิน (ภาพที่ 24) โดยใช้ไฟฟ้า 220 V ที่สวนเตรียมไว้



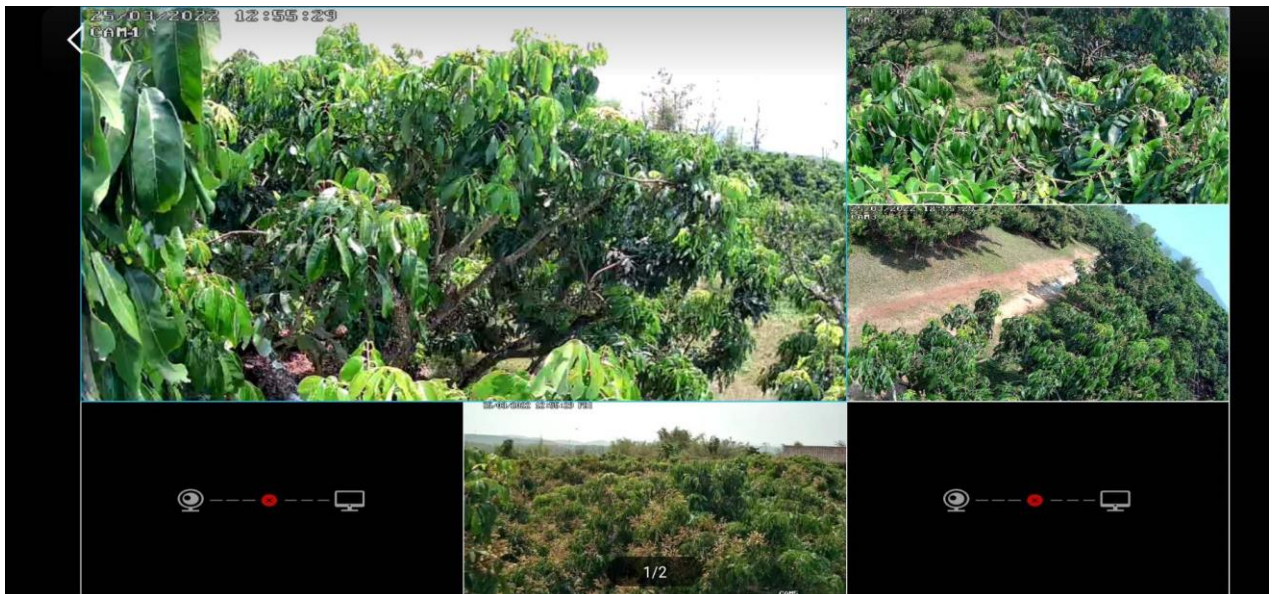
ภาพที่ 23 Wireless module วัดความเข้มแสง อุณหภูมิ ความชื้นอากาศ



ภาพที่ 24 Wireless module วัดความชื้นดิน

### 3.3) การติดตั้งกล้องวงจรปิด CCTV

ดำเนินการติดตั้งกล้องวงจรปิด CCTV (ภาพที่ 25) จำนวน 5 ตัว ประกอบด้วย กล้องวงจรปิด CCTV แบบมุมมองคงที่ จำนวน 4 ตัว และกล้องวงจรปิด CCTV แบบหมุน 180 องศา จำนวน 1 ตัว โดยใช้ไฟฟ้า 220 V ที่สวนเตรียมไว้ นอกจากนี้ในการติดตั้งยังสร้างหลังคาคลุมกล้องวงจรปิด CCTV เพื่อให้มีอายุการใช้งานนานขึ้นอีกด้วย)



ภาพที่ 25 การติดตั้งกล้องวงจรปิด CCTV ณ สวนลำไย ตำบลแม่หอพระ อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ และภาพการทำงานของกล้องวงจรปิด

#### 4) ข้อมูลความเสถียรของอุปกรณ์ และวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกของระบบปฏิบัติการ

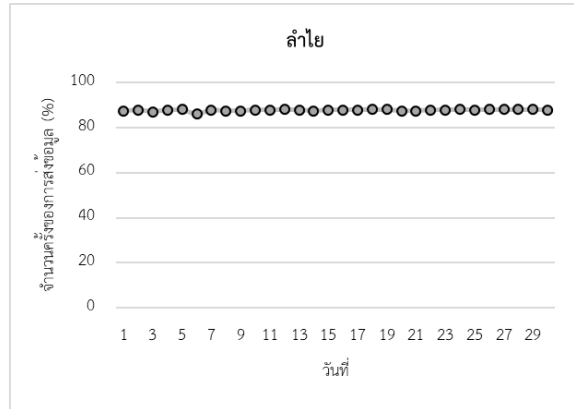
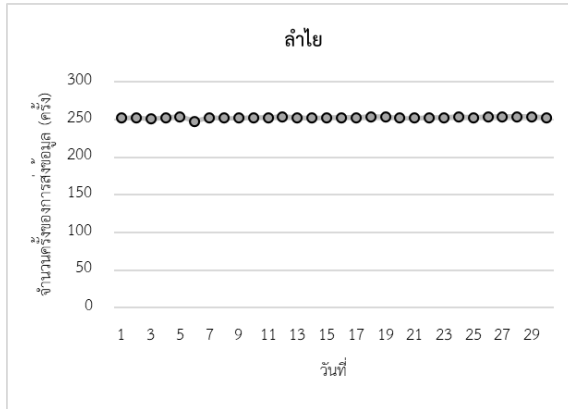
##### 4.1) ข้อมูลความเสถียรของอุปกรณ์

ภายหลังการติดตั้งอุปกรณ์ต้นแบบในพื้นที่สวนลำไย ต.แม่หอพระ อ.แม่แตง จ.เชียงใหม่ ได้ดำเนินการเก็บข้อมูลความเสถียรของอุปกรณ์ เป็นระยะเวลา 3 เดือน คือ ช่วงเดือน มิถุนายน-สิงหาคม 2565 โดยข้อมูลที่ได้จากการบันทึกของระบบจะอยู่ในรูปแบบของจำนวนครั้งในการส่งข้อมูล ระบบมีการส่งข้อมูลทุก ๆ 5 นาที ข้อมูลที่ได้จะมีจำนวน 288 ครั้งต่อวัน มีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 8 และ ภาพที่ 26 จากข้อมูลพบว่าสวนลำไยแห่งนี้ มีค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งในการส่งข้อมูลอยู่ที่ 243 ครั้งต่อวัน คิดเป็น 84.36 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ ค่าเฉลี่ยในรอบ 3 เดือน มีการส่งข้อมูลเฉลี่ย 7,458 ครั้งต่อเดือน คิดเป็น 84.48 เปอร์เซ็นต์ จากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นได้ว่าตลอดระยะเวลา 3 เดือน ที่มีการบันทึกข้อมูลความเสถียรของสวนลำไย มีอัตราการสูญหายของข้อมูลน้อยกว่า 16 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเกิดจากทรงพุ่มลำไยหนาแน่นทำให้บดบังสัญญาณ Lora ทำให้การส่งข้อมูลจากเสาอากาศเดิมที่ติดตั้งในกล่องส่งข้อมูลไม่สามารถส่งสัญญาณได้แรงเพียงพอ ผู้วิจัยจึงได้ใช้เสาขยายสัญญาณ (Antenna) เข้ามาช่วยในการส่งสัญญาณ และย้ายเซนเซอร์ไปติดตั้งในตำแหน่งที่ไม่ไกลจากกล่องรับสัญญาณ พบว่าสัญญาณมีความแรงในระดับที่ดีขึ้น และสามารถใช้งานได้ปกติจนถึงปัจจุบัน

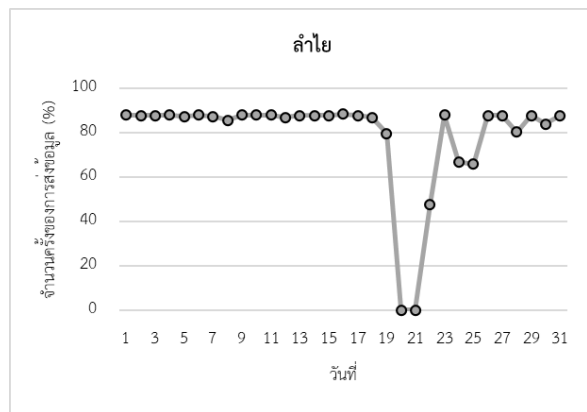
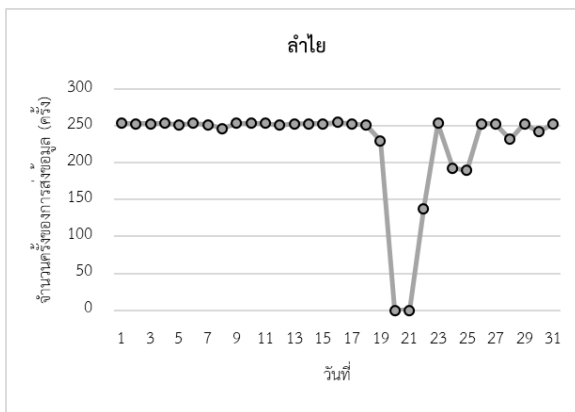
ตารางที่ 8 จำนวนครั้งในการส่งข้อมูลของอุปกรณ์ที่ติดตั้งในภาคสนาม ณ สวนลำไย ต.แม่หอพระ อ.แม่แตง จ.เชียงใหม่ ในช่วงเดือนมิถุนายน-สิงหาคม 2565

เดือน	จำนวนครั้งของการส่งข้อมูล			
	ครั้งต่อวัน	เปอร์เซ็นต์ (%)	ครั้งต่อเดือน	เปอร์เซ็นต์ (%)
มิ.ย.	253.00	87.80	7,586.00	87.80
ก.ค.	226.00	78.55	7,041.00	78.86
ส.ค.	250.00	86.72	7,747.00	86.77
เฉลี่ย	243.00	84.36	7,458.00	84.48

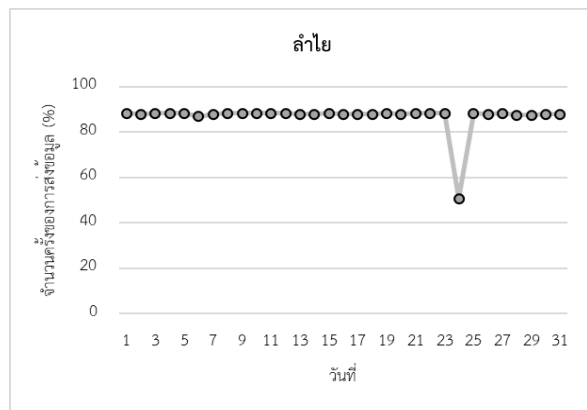
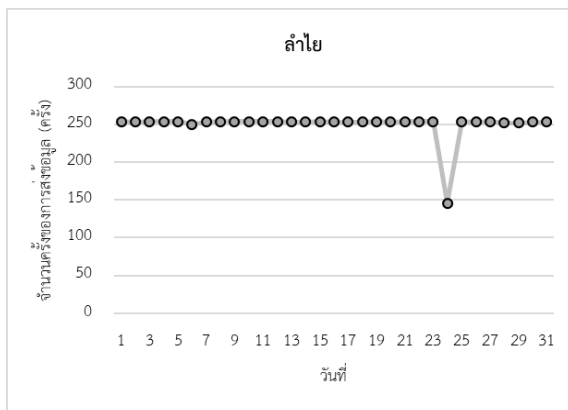
### เดือนมิถุนายน 2565



### เดือนกรกฎาคม 2565



### เดือนสิงหาคม 2565



ภาพที่ 26 จำนวนครั้ง (ครั้งต่อวัน) และเปอร์เซ็นต์ (%) ในการส่งข้อมูล ณ สวนลำไย ต.แม่หอพระ อ.แม่แตง จ.เชียงใหม่ ในช่วงเดือนมิถุนายน-สิงหาคม 2565

#### 4.2) วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกของระบบปฏิบัติการ

ผลวิเคราะห์ข้อมูลสภาพอากาศที่ได้จากเซนเซอร์ภายหลังการติดตั้งระบบเพื่อทดสอบภาคสนาม ณ สวนลำไย ต.แม่หอพระ อ.แม่แตง จ.เชียงใหม่ ซึ่งในพื้นที่ดำเนินการแห่งนี้ประกอบด้วย เซนเซอร์วัดความชื้นดิน จำนวน 4 ชุด อุณหภูมิและความชื้นอากาศ จำนวน 2 ชุด และความเข้มแสง จำนวน 2 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

ข้อมูลจากค่าเซนเซอร์ ในช่วงเดือนมีนาคม 2565-ตุลาคม 2566 พบว่าเซนเซอร์ทุกตัวสามารถอ่านค่าได้ปกติ อย่างไรก็ตามพบว่าความแรงสัญญาณต่ำเนื่องจากลำไยมีทรงพุ่มหนา อีกทั้งสวนลำไยดังกล่าวเป็นสวนแบบดั้งเดิมที่มีการปลูกลำไยแบบไม่เป็นแถว ทำให้สวนลำไยค่อนข้างทึบและบังสัญญาณ Lora ซึ่งผู้วิจัยได้แก้ปัญหาด้วยการติดตั้งเสาอากาศขยายสัญญาณ ยกกล่องเซนเซอร์ให้อยู่ในตำแหน่งที่สูงขึ้นเพื่อรับสัญญาณได้ดีขึ้น และย้ายกล่องเซนเซอร์ไปติดตั้งบริเวณใกล้กับกล่องรับสัญญาณ ทำให้การส่งข้อมูลดีขึ้นและสามารถบันทึกข้อมูลได้ปกติจนถึงปัจจุบัน (ภาพที่ 27)



ภาพที่ 27 ข้อมูลสภาพอากาศจากเซนเซอร์วัดความชื้นดิน อุณหภูมิ ความชื้นอากาศ และความเข้มแสง ณ สวนลำไย ต.แม่หอพระ อ.แม่แตง จ.เชียงใหม่ ในเดือนมีนาคม 2565-ตุลาคม 2566

## 5) วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อถอดสูตรการผลิตพืช

**5.1) หัวข้อการศึกษา:** การศึกษาวิธีการให้น้ำลำไยตามค่าความชื้นดินผ่านเทคโนโลยีการให้น้ำอัจฉริยะ (รายงานผลการวิเคราะห์ข้อมูลพืช ระหว่างเดือนมกราคม–สิงหาคม 2566) มีรายละเอียดของการศึกษาดังภาคผนวก ข และสามารถสรุปโดยสังเขปได้ดังนี้

**5.2) วัตถุประสงค์:** เพื่อศึกษาประสิทธิภาพระบบการให้น้ำอัจฉริยะต่อการออกดอกและคุณภาพของผลผลิตลำไย

**5.3) วิธีดำเนินการวิจัย:** วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design; RCBD จำนวน 10 ซ้ำๆ ละ 10 ต้น (ต้นลำไย 1 ต้น สุ่มเก็บข้อมูล 10 ซ่รอบต้น) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มเฉลี่ย 7.5 เมตร โดยกำหนดให้มี 2 กรรมวิธี คือ กรรมวิธีที่ 1 แปลงที่ไม่ติดระบบการให้น้ำอัจฉริยะ (T1) และกรรมวิธีที่ 2 แปลงที่ติดระบบการให้น้ำอัจฉริยะ (T2) และดำเนินการเก็บข้อมูลการติดผล ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของลำไยที่ออกดอกในรุ่นเดียวกัน

**5.4) การบันทึกข้อมูล:** บันทึกข้อมูลความชื้นดิน อุณหภูมิอากาศ ความชื้นอากาศ ความเข้มแสง และข้อมูลปริมาณการให้น้ำ จากนั้นนำข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตมาวิเคราะห์ทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance: ANOVA) และเปรียบเทียบค่าความแตกต่างทางสถิติด้วยวิธี Least Significant Difference (LSD) โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์สถิติ STATISIC 10

**5.5) อภิปรายผล:** จากการศึกษาพบว่า แปลงที่ติดระบบการให้น้ำอัจฉริยะ (T2) ทำให้มีการติดผลและผลผลิตเฉลี่ยต่อต้นมากกว่าแปลงที่ไม่ติดระบบการให้น้ำอัจฉริยะ (T1) อาจเนื่องมาจากการให้น้ำด้วยระบบการให้น้ำแบบอัจฉริยะ (T2) มีการกำหนดความชื้นดินตามค่าสัมประสิทธิ์การอุ้มน้ำของลำไยสวนนี้ (Field capacity; FC) ซึ่งอยู่ในช่วง 16–20% ตั้งแต่ระยะที่มีการพ่นสารโพแทสเซียมคลอไรด์หรือระยะก่อนออกดอก โดยค่าความชื้นดินดังกล่าวอยู่ในช่วงความชื้นดินต่ำ เมื่อถึงระยะแทงช่อดอกมีการให้น้ำมากขึ้นโดยให้น้ำอยู่ในช่วงความชื้นดิน 21–25% ซึ่งคาดว่าความชื้นดินตามค่าที่กำหนดในแต่ละช่วงเป็นค่าที่เหมาะสมต่อการใช้สารโพแทสเซียมคลอไรด์ จึงทำให้แปลงที่ติดระบบการให้น้ำอัจฉริยะ (T2) มีจำนวนการติดผลและผลผลิตเฉลี่ยสูงกว่า ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของสมชายและคณะ (2549) ที่รายงานว่าหลังการราดสารโพแทสเซียมคลอไรด์ ถ้ามีการให้น้ำมากเกินไปจะทำให้ลำไยออกดอกได้น้อยลง เนื่องจากน้ำที่มากเกินไปจะกระตุ้นการไหลหรือนำพาสารโพแทสเซียมคลอไรด์ซึมลึกลงไปเลยเขตรากพืช ขณะเดียวกันถ้าให้น้ำน้อยเกินไปการดูดซึมของรากพืชก็น้อยลงจนไม่เพียงพอต่อการชักนำการออกดอกของลำไยได้ ดังนั้นการให้น้ำในปริมาณที่เหมาะสมก็จะทำให้ลำไยดูดสารละลายได้อย่างเพียงพอต่อความต้องการในการกระตุ้นการออกดอก ขณะเดียวกันการให้น้ำมากเกินไปจนความจำเป็นยังทำให้สารโพแทสเซียมคลอไรด์ซึมลึกลงไปในระดับน้ำใต้ดินจนอยู่ในระดับความเป็นพิษที่ไม่สามารถนำน้ำนั้นมาใช้บริโภคได้ ขณะเดียวกันพบว่าความชื้นใน

ดินมีผลต่อการหายใจของระบบรากด้วยเช่นกันและมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช รวมทั้ง การทำหน้าที่ต่างๆ ภายในเซลล์พืช เช่น การดูดน้ำและแร่ธาตุอาหารที่ได้จากการหายใจของราก ดังนั้นการกำหนดค่าความชื้นดินต่ำในช่วงก่อนออกดอก และค่อย ๆ เพิ่มความชื้นในดินจะทำให้ความเข้มข้นของ CO<sub>2</sub> ค่อยๆ เพิ่มสูงขึ้น เมื่อถึงระยะแทงช่อดอก เริ่มมีการให้น้ำมากขึ้น ความชื้นดินเพิ่มขึ้น การเจริญเติบโตทางระบบรากของลำไยเพิ่มขึ้น จึงส่งผลให้รากมีกิจกรรมเพิ่มขึ้น จึงทำให้ ลำไยมีการพัฒนาทั้งทางลำต้น ราก และผลมากขึ้น (วินัย, 2564)

นอกจากการให้น้ำตามค่าความชื้นดินดังกล่าวจะเป็นค่าที่เหมาะสมต่อการดูดใช้สาร โภષะเสริมคลอเรตแล้วยังสามารถประหยัดน้ำได้อีกด้วย จากการเปรียบเทียบการให้น้ำของทั้งสอง แปลงพบว่า การให้น้ำตลอดทั้งปีของแปลงที่ไม่ติดระบบการให้น้ำอัจฉริยะ (T1) สูงถึง 7,219.20 ลิตร/ต้น/ปี ขณะที่แปลงที่ติดระบบการให้น้ำอัจฉริยะ (T2) มีการให้น้ำเพียง 5,316.00 ลิตร/ต้น/ปี ซึ่งสามารถประหยัดน้ำได้ถึง 1,903.2 ลิตร/ต้น/ปี คิดเป็นร้อยละ 26.36 อย่างไรก็ตาม การให้น้ำที่ แตกต่างกันของทั้งสองแปลงไม่มีผลต่อลักษณะ น้ำหนักต่อผล ความกว้างผล ความยาวผล น้ำหนัก เนื้อ น้ำหนักเมล็ด ความหนาเนื้อ ความหนาเมล็ด ความหนาเปลือก และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ของการผลิตลำไย อีกทั้งภายหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต และการตัดแต่งกิ่งลำไย พบว่า แปลงที่มีการให้ น้ำโดยการควบคุมความชื้นดินด้วยระบบอัจฉริยะ (T2) มีการฟื้นตัวของต้น และสามารถแตกใบอ่อน ได้เช่นเดียวกับแปลงที่มีการให้น้ำตามแบบของเกษตรกร (T1) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าระบบอัจฉริยะไม่ได้ ส่งผลเสียต่อการผลิตลำไย แต่ยังสามารถให้ผลผลิตสูง คุณภาพดี และสามารถประหยัดน้ำได้อีกด้วย

**5.6) สรุปผล:** จากการศึกษาวิธีการให้น้ำต้นลำไยตามค่าความชื้นดินผ่านเทคโนโลยีการให้ น้ำอัจฉริยะ พบว่า แปลงที่ติดระบบการให้น้ำอัจฉริยะ ทำให้ต้นลำไยมีจำนวนการติดผลและผลผลิตมี ค่ามากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับแปลงที่ไม่ติดระบบฯ แม้ว่าการศึกษาลักษณะของความยาวผล น้ำหนักเนื้อ และของแข็งละลายได้ในน้ำ จะไม่มีความแตกต่างกัน แต่กลับพบว่าแปลงที่ติดระบบการ ให้น้ำอัจฉริยะให้ค่าที่มีแนวโน้มสูงกว่าแปลงที่ไม่ติดระบบฯ จะเห็นได้ว่าการให้น้ำผ่านระบบการให้น้ำ อัจฉริยะ นอกจากจะให้ผลผลิตที่ดีกว่าแล้ว ยังช่วยลดการสูญเสียที่มากเกินไปเกินความต้องการของต้น ลำไย และเป็นการประหยัดน้ำเพื่อช่วยในการรับมือกับปัญหาภัยแล้งที่จะเกิดขึ้นได้ในอนาคต

การลดต้นทุนในการผลิตลำไย ณ ศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร (ศูนย์เครือข่าย) แปลงลำไย ตำบลแม่หอพระ อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ มีดังนี้

5.6.1) ลดแรงงานในการจัดการให้น้ำและปุ๋ยในช่วงระยะออกดอกจนถึงระยะเก็บเกี่ยว เนื่องจากเกษตรกรเจ้าของแปลงต้องเดินเปิดน้ำที่ละโซน ซึ่งแต่ละโซนมีวาล์วน้ำกระจายอยู่ทั่วสวน ลำไย ทำให้ต้องใช้เวลาในการเปิด-ปิดน้ำเป็นเวลานาน

5.6.2) ลดความเสี่ยงในการเกิดความเสียหายแก่ผลผลิตพืช เนื่องจากการให้น้ำผ่านระบบ เทคโนโลยีการให้น้ำอัจฉริยะ สามารถควบคุมการให้น้ำตามความต้องการของพืช

5.6.3) ประหยัดน้ำ เนื่องจากการให้น้ำตลอดทั้งปีของแปลงที่ไม่ติดระบบการให้น้ำอัจฉริยะ สูงถึง 7,219.20 ลิตร/ต้น/ปี ขณะที่แปลงที่ติดระบบการให้น้ำอัจฉริยะมีการให้น้ำเพียง 5,316.00 ลิตร/ต้น/ปี ทำให้สามารถประหยัดน้ำได้ถึง 1,903.2 ลิตร/ต้น/ปี คิดเป็นร้อยละ 26.36 อีกทั้งผลผลิตเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 30.08 ขณะที่คุณภาพผลผลิตของทั้ง 2 แปลงไม่แตกต่างกัน

### 5.7) ข้อเสนอแนะ

5.7.1) การปลูกลำไยควรมีการให้น้ำในปริมาณที่เพียงพอและเหมาะสมตลอดระยะเวลาในการปลูก เพื่อลดการสูญเสียน้ำและลดการสิ้นเปลืองทรัพยากรน้ำในพื้นที่ รวมทั้งรักษาสภาพแวดล้อมในการปลูกให้เหมาะสมกับความต้องการของลำไยเพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพ

5.7.2) ควรมีการให้น้ำตามค่าความชื้นดิน เนื่องจากสามารถรักษาความชื้นในดินให้มีความสม่ำเสมอ นอกจากนี้ยังเป็นการประหยัดน้ำและยังช่วยให้สามารถรับมือกับปรากฏการณ์เอลนีโญที่จะเกิดขึ้นได้ในอนาคต ซึ่งการให้น้ำในปริมาณที่เหมาะสมตามความต้องการของพืชจะส่งผลให้มีผลผลิตและคุณภาพผลผลิตที่ดีกว่าการให้น้ำที่น้อยเกินไปหรือมากเกินไปจนความจำเป็น

5.7.3) ควรมีการตั้งค่าการให้น้ำแบบอัตโนมัติหลายโปรแกรมที่มีความแตกต่างกันไปเพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของพืชในแต่ละระยะการเจริญเติบโต เช่น ระยะดอกควรมีการลดปริมาณการให้น้ำลง ขณะที่ช่วงขยายผลต้องมีการเพิ่มปริมาณน้ำเพื่อให้ลำไยสามารถขยายขนาดผลได้เป็นต้น ตามรายละเอียดดังตารางที่ 9

**ตารางที่ 9** แสดงความต้องการน้ำของสวนลำไย ณ ศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร (ศูนย์เครือข่าย) ตำบลแม่หอพระ อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่

ระยะการพัฒนา	ช่วงเดือน	ปริมาณน้ำจากแปลงที่ติดระบบการให้น้ำอัจฉริยะ (L/m <sup>2</sup> /day)
เตรียมต้นและตัดแต่งกิ่ง	ก.ย.	-
แตกใบรอบที่ 1	ต.ค.	0.43
แตกใบรอบที่ 2	พ.ย.	0.43
ใบแก่	ธ.ค.	0.43
ระยะชูกิ่งดอก	ม.ค.	-
เริ่มติดดอกและพัฒนาการของดอก	ก.พ.-เม.ย.	30.29
เริ่มติดผล และพัฒนาการของผล	พ.ค.-ก.ค.	27.39
เก็บเกี่ยวผลผลิต	ส.ค.	1.94
ปริมาณน้ำเฉลี่ย (ลิตร/ต้น/วัน)		14.56
การให้น้ำตลอดทั้งปี (ลิตร/ต้น/ปี)		5,316.00

อย่างไรก็ตาม นอกจากความต้องการน้ำของพืชจะสำคัญแล้ว คุณสมบัติของดินก็เป็นตัวแปรสำคัญในการให้น้ำกับพืช เนื่องจากดินแต่ละชนิดมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ ดังนั้นการนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้จึงควรมีการปรับปริมาณน้ำตามคุณสมบัติของดินในพื้นที่นั้นๆ ด้วย

#### 6) ประเมินความพึงพอใจ และสรุปผลการใช้งานกับเกษตรกร

จากการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบต้นแบบตรวจวัดเทคโนโลยีความต้องการของพืชแบบไร้สาย ผ่านการสัมภาษณ์ นายสมมิตร บุญนาค เจ้าของสวนลำไย อ.แม่แตง จ.เชียงใหม่ ซึ่งเป็นเกษตรกรต้นแบบภายใต้โครงการฯ พบว่า ความพึงพอใจเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 100 ตามรายละเอียดดังตารางที่ 10 และมีข้อคิดเห็น/ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการใช้งานว่า เมนูต่างๆของระบบฯ สามารถเข้าถึงได้ง่าย มีรูปแบบไม่ซับซ้อนในการใช้งาน และยังช่วยประหยัดเวลาในการให้น้ำแก่ต้นลำไย มีข้อมูลย้อนหลังสามารถให้เกษตรกรนำมาพิจารณาเพื่อวางแผนการให้น้ำในรอบการผลิตถัดไป รวมถึงระบบฯ นี้ จะช่วยพัฒนาให้พื้นที่ดำเนินการนี้เป็นจุดเรียนรู้เพื่อเผยแพร่เทคโนโลยี Smart farm หรือเกษตรสมัยใหม่ให้แก่เกษตรกร เจ้าหน้าที่หน่วยงานต่างๆ หรือผู้ที่สนใจได้เป็นอย่างดี

ตารางที่ 10 แบบประเมินความพึงพอใจของเกษตรกรผู้ปลูกลำไย ต.แม่หอพระ อ.แม่แตง จ.เชียงใหม่

หัวข้อ	ลำดับที่	ประเด็น	ร้อยละระดับความพึงพอใจ
1. ด้านข้อมูล	1	ครอบคลุมตามความต้องการในการใช้งาน	100
	2	ความถูกต้องของข้อมูล	100
	3	ความสะดวกในการเรียกดูข้อมูลและสืบค้นข้อมูล	100
	4	การเข้าถึงระบบทำได้ง่ายและรวดเร็ว	100
	5	รายงานข้อมูลได้ตามต้องการ	100
2. ด้านการออกแบบ	6	เมนูใช้งานง่าย	100
	7	การจัดรูปแบบง่ายต่อการใช้งาน	100
	8	ความเร็วในการแสดงผลข้อมูล	100
	9	ข้อความสื่อความหมายชัดเจน	100
	10	ความเหมาะสมของรูปแบบการรายงานผล	100
3. ด้านการนำไปใช้งาน	11	ข้อมูลมีประโยชน์ต่อการนำไปใช้ต่อยอด	100
	12	เป็นสื่อในการเผยแพร่และประชาสัมพันธ์	100
	13	ระบบมีประสิทธิภาพในการใช้งาน	100

**4.3.3 มะเขือเทศ:** พื้นที่ดำเนินการ คือ AGRITEC Station สวทช. ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี

**1) การสำรวจความต้องการของเกษตรกร**

**ชื่อเกษตรกร:** นางสาวมณีนยา ตันเปาว์

**ปัญหาที่พบ:** การติดผลในโรงเรือนไม่สม่ำเสมอ และโรคและแมลงศัตรู

**ความต้องการเทคโนโลยี:** ต้องการทราบปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการติดผลและแนวโน้มการเกิดโรค

**ความพร้อมของเกษตรกร:** พร้อมเรียนรู้เทคโนโลยีใหม่ ๆ เสมอ ค้นคว้าและวิจัยเพื่อให้ได้องค์ความรู้ใหม่ และมีการใช้เทคโนโลยีอยู่เสมอและนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการแปลง

**2) ออกแบบระบบการใช้งานอุปกรณ์ให้เหมาะสมกับพื้นที่**

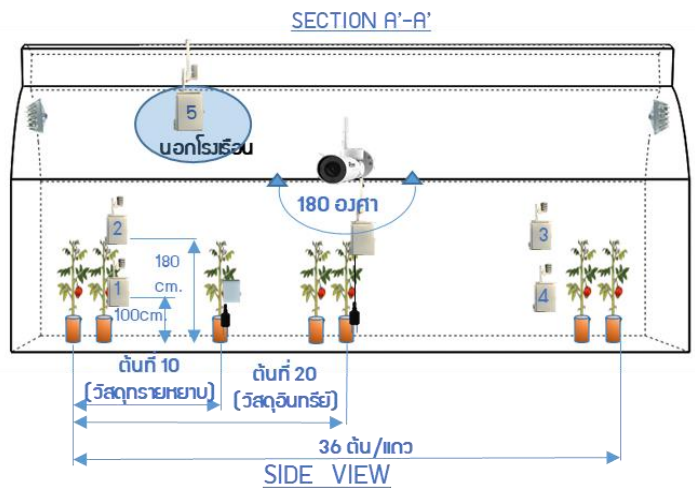
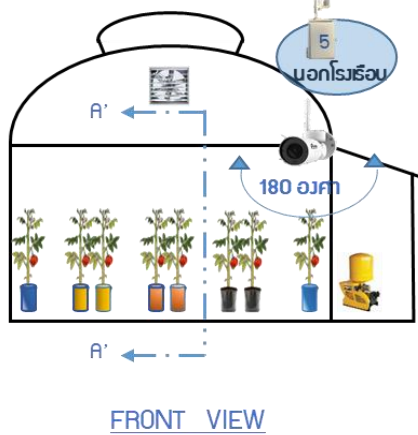
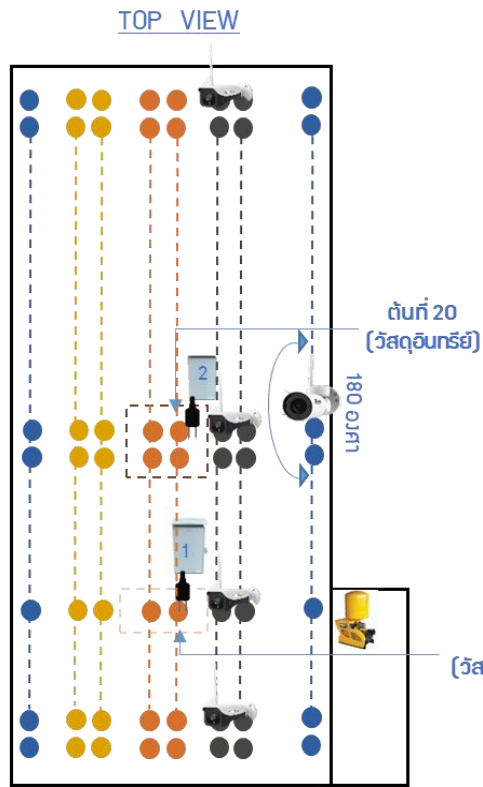
การออกแบบการติดตั้งอุปกรณ์ให้เหมาะสมกับพื้นที่สำหรับปลูกมะเขือเทศในโรงเรือนแบบปิด ผังการติดตั้งอุปกรณ์ (ภาพที่ 28) และรายละเอียดดังตารางที่ 11

**ตารางที่ 11** การออกแบบการติดตั้งอุปกรณ์ที่เหมาะสมกับการปลูกมะเขือเทศในโรงเรือน AGRITEC Station อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย จังหวัดปทุมธานี

วิธีการดำเนินการวิจัย	เหตุผลในการดำเนินงาน	ผลที่คาดว่าจะได้รับ
ทดลองปลูกมะเขือเทศ 4 พันธุ์ ได้แก่ ชายนีควีน (Shiny queen) ซึ่งมีผลขนาดเล็กสีเหลือง รสชาติเปรี้ยวอมหวาน, แดงดกเมน (PC-3) และชันชาย (PC-11) ซึ่งมีสีแดงสดและ รสชาติหวาน และ โซลาริโน (Solarino)	สวทช. ได้ปลูกพันธุ์มะเขือเทศมาแล้ว 1 รอบการผลิตคือ Shiny queen, PC-3 และ PC-11 ซึ่งได้ผลผลิตดีและมีจุดเด่นเฉพาะของแต่ละพันธุ์ จึงต่อยอดจากองค์ความรู้เดิมของ 3 พันธุ์นี้ พัฒนาสูตรการปลูกได้ตลอดทั้งปี และเพิ่มพันธุ์ Solarino ที่ให้ผลผลิตดี หวาน และเป็นพันธุ์การค้าที่นิยมในตลาดปัจจุบัน	มะเขือเทศทั้ง 4 พันธุ์ สามารถพัฒนาสูตรการปลูกให้ได้ผลผลิตสูงขึ้นในการปลูกนอกฤดู และลดการใช้สารเคมีในการป้องกันและกำจัดศัตรูพืช
ทดลองวัสดุปลูก 2 ชนิด คือ วัสดุอินทรีย์ที่มีใบก้ามปู แกลบดิบ แกลบเผา และขี้วัว ในอัตราส่วน 2:2:2:1 และทรายหยาบ	สวทช. เคยใช้วัสดุปลูกที่มีส่วนผสมเป็น ใบก้ามปู แกลบดิบ แกลบเผา และขี้วัว ในอัตราส่วน 2:2:2:1 แต่ในการทดลองนี้จะใช้ทรายหยาบเปรียบเทียบ เพราะใช้ซ้ำได้ จะช่วย	การใช้วัสดุปลูกที่เป็นทรายหยาบจะสามารถนำมาใช้ทดแทนวัสดุอินทรีย์ส่งผลให้ลดต้นทุนด้านวัสดุปลูกลง

วิธีการดำเนินการวิจัย	เหตุผลในการดำเนินงาน	ผลที่คาดว่าจะได้รับ
	ลดต้นทุนวัสดุปลูกได้	
ทดลองปลูกมะเขือเทศ 4 พันธุ์ ๗ละ 72 ต้น รวม 288 ต้น โดยปลูก 8 แถวๆ ละ 36 ต้น ภายใต้ระบบโรงเรือน (Greenhouse)	มุ่งเน้นเพื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของ 4 พันธุ์ ในวัสดุปลูกที่แตกต่างกัน 2 ชนิด	ลดเวลาทดลองหาสูตรการปลูกลง ทำให้ทราบผลทดลองในรอบการปลูกเดียวกัน ภายใต้สิ่งแวดล้อมเดียวกัน
ติดตั้งเซ็นเซอร์วัดความชื้นดิน 2 ตัว โดยติดที่วัสดุอินทรีย์และทรายหยาบ อย่างละ 1 ตำแหน่ง	เพื่อควบคุมการให้น้ำในวัสดุปลูกที่แตกต่างกัน	สามารถทราบค่าที่เหมาะสมของเซ็นเซอร์วัดความชื้นดินของแต่ละวัสดุปลูก
ติดตั้งเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิความชื้นอากาศ 5 ตัว โดยติดในโรงเรือน 4 ตัว 2 ระดับ คือ หัวและท้ายโรงเรือน กลางทรงพุ่มและเหนือทรงพุ่ม รวม 4 ตำแหน่ง และติดตั้งนอกโรงเรือน 1 ตัว	เปรียบเทียบความแตกต่างของอุณหภูมิความชื้นอากาศที่พืชได้รับในตำแหน่งที่ต่างกัน ในโรงเรือน และเปรียบเทียบระหว่างนอกและในโรงเรือนว่าต่างกันเพียงใด และมีผลต่อการพัฒนาของดอกและการติดผลหรือไม่	สามารถทราบค่าและตำแหน่งที่เหมาะสมของเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิความชื้นอากาศสำหรับการปลูกมะเขือเทศ
ติดตั้งเซ็นเซอร์แสง 2 ตัว โดยติดตั้งในโรงเรือนและนอกโรงเรือนตำแหน่งละ 1 ตัว	เปรียบเทียบความเข้มแสงในและนอกโรงเรือน เมื่อความต่างของความเข้มแสงเพิ่มขึ้น บอกได้ว่าพลาสติกหลังคาสปกปรกหรือหมดอายุ	ทราบค่าความเข้มแสงที่เหมาะสมในแต่ละช่วงการเจริญเติบโต
ติดกล้อง CCTV แบบติดตั้งคงที่ 4 ชุด บริเวณต้นที่ปลูกในวัสดุอินทรีย์ และทรายหยาบ อย่างละ 1 ตำแหน่ง และหัวกับท้ายโรงเรือน อย่างละ 1 ตำแหน่ง	เพื่อดูการเจริญเติบโตในแต่ละระยะของต้นมะเขือเทศ และเพื่อดูการเกิดโรคและแมลง	ติดตามดูต้นมะเขือเทศในแต่ละระยะการเติบโต ดูแลเรื่องโรคและแมลง หากมีสิ่งผิดปกติ จะแก้ไขได้ทันเวลา
กล้อง CCTV แบบหมุน 180° ติดตั้งบริเวณหัวโรงเรือน 1 ชุด	เพื่อดูภาพรวมของงานทดลองในโรงเรือน	ติดตามสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในโรงเรือนทดลองได้

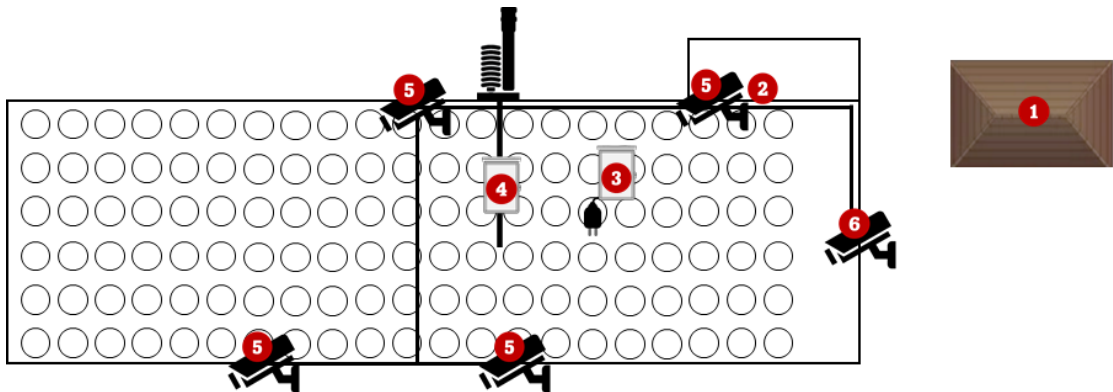
180 องศา



ภาพที่ 28 ผังการติดตั้งอุปกรณ์ในโรงเรือนปลูกมะเขือเทศ AGRITEC Station อุทยานวิทยาศาสตร์ ประเทศไทย จังหวัดปทุมธานี

### 3) การติดตั้งและทดสอบต้นแบบภาคสนามร่วมกับเกษตรกร

อยู่ในเขตพื้นที่ ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี (พิกัด X: 12.855245, Y: 101.549341) โรงเรือนมีขนาด 6x20 เมตร ลักษณะโรงเรือนเป็นแบบหลังคา 2 ชั้น สามารถปลูกมะเขือเทศจำนวน 288 ต้น โดยมีแผนผังการติดตั้งระบบการให้น้ำอัตโนมัติสำหรับพืชและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง ดังภาพที่ 29



ภาพที่ 29 แผนผังการติดตั้งระบบการให้น้ำอัตโนมัติสำหรับพืช และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องโดยสังเขป

#### คำอธิบายสัญลักษณ์

- 1 จุดติดตั้งอุปกรณ์อ่านค่า/ส่งข้อมูลสำหรับเชื่อมต่อเซ็นเซอร์ และอุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณภาพกล้อง CCTV
  - 2 จุดติดตั้งปั้มน้ำ และตัววงจรควบคุมปั้มน้ำ
  - 3 เซ็นเซอร์วัดความชื้นดิน 2 ระดับ คือ ระดับ 10 เซนติเมตร และ 20 เซนติเมตร
  - 4 เซ็นเซอร์วัดความชื้นในอากาศ อุณหภูมิ และความเข้มแสง
  - 5 กล้องวงจรปิด CCTV แบบมุมมองคงที่
  - 6 กล้องวงจรปิด CCTV แบบหมุน 180 องศา
- ตำแหน่งการเดินระบบไฟฟ้า 1 Phase, 220 V สำหรับระบบการให้น้ำอัตโนมัติสำหรับพืช

#### 3.1) การเตรียมพร้อมสถานที่ และระบบไฟฟ้าก่อนการติดตั้ง

เนื่องจากมีการเดินระบบไฟฟ้าภายในโรงเรือนอัจฉริยะปลูกมะเขือเทศ AGRITEC Station สวทช. ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี อยู่แล้ว แต่ยังมีบางส่วนที่ต้องเดินระบบไฟเพิ่มเติม คือ ส่วนที่ต้องจ่ายไฟให้กับตำแหน่งติดตั้งเซ็นเซอร์และกล้องวงจรปิด CCTV (ภาพที่ 30)



ภาพที่ 30 ระบบไฟฟ้าไปยังตำแหน่งที่ติดตั้งเซ็นเซอร์ และกล้องวงจรปิด CCTV

### 3.2) การติดตั้งชุดระบบการให้น้ำอัตโนมัติสำหรับพืช ประกอบด้วย

(1) วงจรควบคุมปั้มน้ำ จำนวน 1 ชุด ควบคุมปั้มน้ำขนาด 2 แรงม้า ไฟฟ้า 220V สามารถสั่งปฏิบัติงานได้ทั้งรูปแบบกำหนดเอง (Manual) และรูปแบบอัตโนมัติ (Auto) มีหลอดไฟแสดงสถานะไฟฟ้าเข้า และสถานะการทำงานของปั้มน้ำ โดยติดตั้งอยู่บริเวณจุดติดตั้งปั้มน้ำ

(2) อุปกรณ์อ่านค่า/ส่งข้อมูลสำหรับเชื่อมต่อเซ็นเซอร์ (ภาพที่ 31) ทำการติดตั้งบริเวณจุดติดตั้ง โดยรับส่งข้อมูลไปบันทึกในฐานข้อมูลแบบออนไลน์โดยใช้โทรศัพท์มือถือ



ภาพที่ 31 การติดตั้งอุปกรณ์อ่านค่า/ส่งข้อมูลสำหรับเชื่อมต่อเซ็นเซอร์

โดยอุปกรณ์อ่านค่า/ส่งข้อมูลสำหรับเชื่อมต่อเซ็นเซอร์ มีคุณสมบัติ (ภาพที่ 32) ดังนี้

- สามารถตั้งค่าควบคุมแบบออนไลน์โดยใช้โทรศัพท์มือถือเชื่อมต่อระบบกับอินเทอร์เน็ตในการสื่อสารข้อมูล ตั้งค่า Upper, Lower Limit พร้อมทั้ง ใส่ค่าหน่วงเวลาสำหรับสั่งการ Output ได้

- ใส่ค่า Offset เพื่อชดเชยค่าของเซ็นเซอร์พร้อมทั้งตั้งค่าเพื่อใช้ Calibrate Sensor ได้
- ตั้งค่าความถี่ในการบันทึกข้อมูลได้
- ปรับความละเอียดในการดูข้อมูล และเลือกช่วงเวลาในการดูข้อมูลได้
- กำหนดเปิด-ปิด การทำงานของ Output โดยเซ็นเซอร์ได้
- สามารถเปิด-ปิด การแจ้งเตือนผ่าน Application Line ได้ กรณีที่ค่าเซ็นเซอร์มีค่าสูงหรือต่ำกว่า พร้อมทั้งเมื่อค่ากลับมาปกติ
- แจ้งเตือนกรณีหลุดการเชื่อมต่อ ทาง Application Line
- เลือกดูข้อมูลสถิติแสดงผลค่าเซ็นเซอร์แบบกราฟและตัวเลขสถิติ



ภาพที่ 32 คุณสมบัติอุปกรณ์อ่านค่า/ส่งข้อมูลสำหรับเชื่อมต่อเซ็นเซอร์

(3) Wireless module วัดความเข้มแสง อุณหภูมิ ความชื้นอากาศ (ภาพที่ 33) และความชื้นดิน (ภาพที่ 34) โดยใช้ไฟฟ้า 220 V ที่สวนเตรียมไว้



ภาพที่ 33 Wireless module วัดความเข้มแสง  
อุณหภูมิ ความชื้นอากาศ



ภาพที่ 34 Wireless module วัดความชื้นดิน

### 3.3) การติดตั้งกล้องวงจรปิด CCTV

ดำเนินการติดตั้งกล้องวงจรปิด CCTV (ภาพที่ 35) จำนวน 5 ตัว ประกอบด้วย กล้องวงจรปิด CCTV แบบมุมมองคงที่ จำนวน 4 ตัว และกล้องวงจรปิด CCTV แบบหมุน 180 องศา จำนวน 1 ตัว โดยใช้ไฟฟ้า 220 V ที่สวนเตรียมไว้ นอกจากนี้ในการติดตั้งยังสร้างหลังคาคลุมกล้องวงจรปิด CCTV เพื่อให้มีอายุการใช้งานนานขึ้นอีกด้วย





ภาพที่ 35 การติดตั้งกล้องวงจรปิด CCTV ณ โรงเรือน AGRITEC Station อุทยานวิทยาศาสตร์ ประเทศไทย จ.ปทุมธานีและภาพการทำงานของกล้องวงจรปิด

#### 4) ข้อมูลความเสถียรของอุปกรณ์ และวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกของระบบฯ

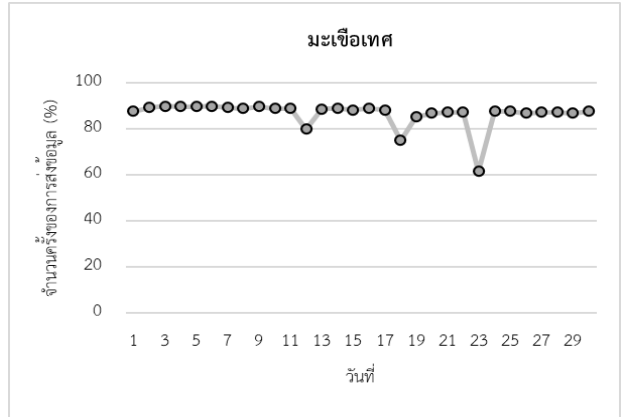
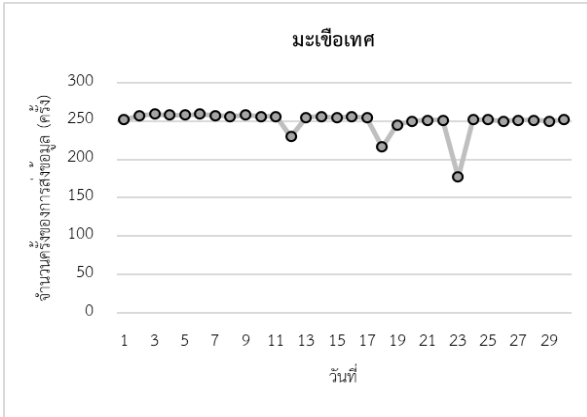
##### 4.1) ข้อมูลความเสถียรของอุปกรณ์

ภายหลังการติดตั้งอุปกรณ์ต้นแบบภายใต้โรงเรือนสำหรับปลูกมะเขือเทศในพื้นที่ AGRITEC Station สวทช. จ.ปทุมธานี ได้ดำเนินการเก็บข้อมูลความเสถียรของอุปกรณ์ เป็นระยะเวลา 3 เดือน ในช่วงเดือนมิถุนายน-สิงหาคม 2565 โดยข้อมูลที่ได้จากการบันทึกของระบบจะอยู่ในรูปแบบของ จำนวนครั้งในการส่งข้อมูล ระบบมีการส่งข้อมูลทุก ๆ 5 นาที ข้อมูลที่ได้จะมีจำนวน 288 ครั้งต่อวัน มีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 12 และ ภาพที่ 36 จากข้อมูลพบว่า มีค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งในการส่งข้อมูลอยู่ที่ 250 ครั้งต่อวัน ขณะที่ค่าเฉลี่ยในรอบ 3 เดือน มีการส่งข้อมูลเฉลี่ย 7,673 ครั้งต่อเดือน คิดเป็นร้อยละ 86.87 จากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นได้ว่าตลอดระยะเวลา 3 เดือน ที่มีการบันทึกข้อมูลความเสถียร มีอัตราการสูญหายของข้อมูลน้อยกว่า 13% ซึ่งพื้นที่นี้มีการส่งข้อมูลค่อนข้างสม่ำเสมอ

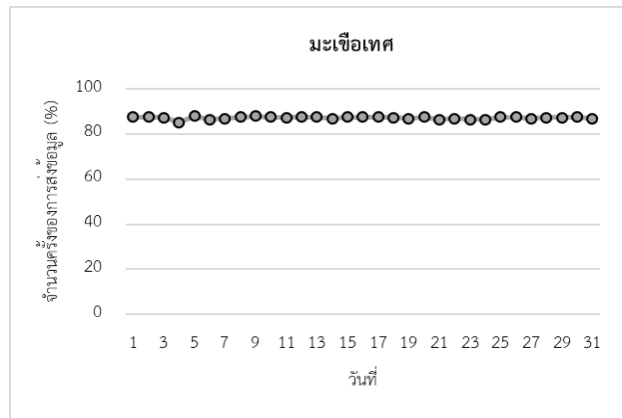
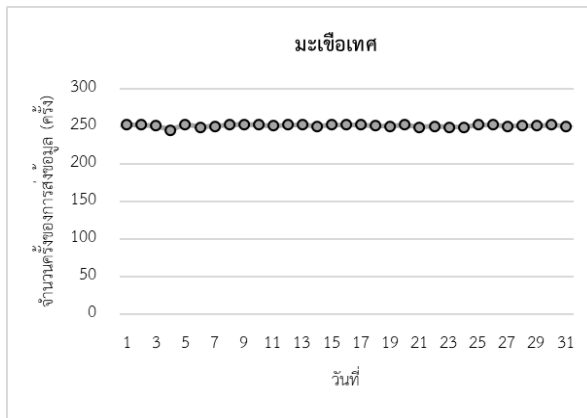
ตารางที่ 12 จำนวนครั้งในการส่งข้อมูลของอุปกรณ์ที่ติดตั้งในภาคสนาม ณ โรงเรือนปลูกมะเขือเทศในพื้นที่ AGRITEC Station สวทช. ในช่วงเดือนมิถุนายน-สิงหาคม 2565

เดือน	จำนวนครั้งของการส่งข้อมูล			
	ครั้งต่อวัน	เปอร์เซ็นต์ (%)	ครั้งต่อเดือน	เปอร์เซ็นต์ (%)
มิ.ย.	249.00	86.56	7,479.00	86.56
ก.ค.	251.00	87.11	7,778.00	87.12
ส.ค.	250.00	86.93	7,762.00	86.94
เฉลี่ย	250.00	86.87	7,673.00	86.87

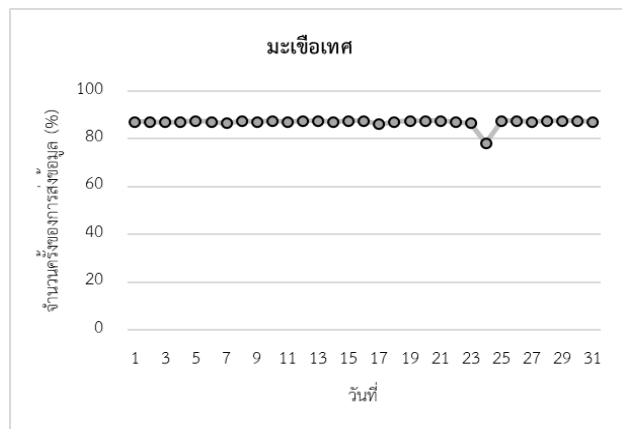
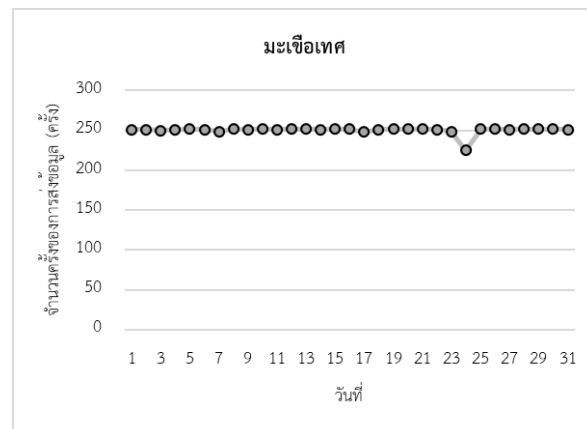
### เดือนมิถุนายน 2565



### เดือนกรกฎาคม 2565



### เดือนสิงหาคม 2565

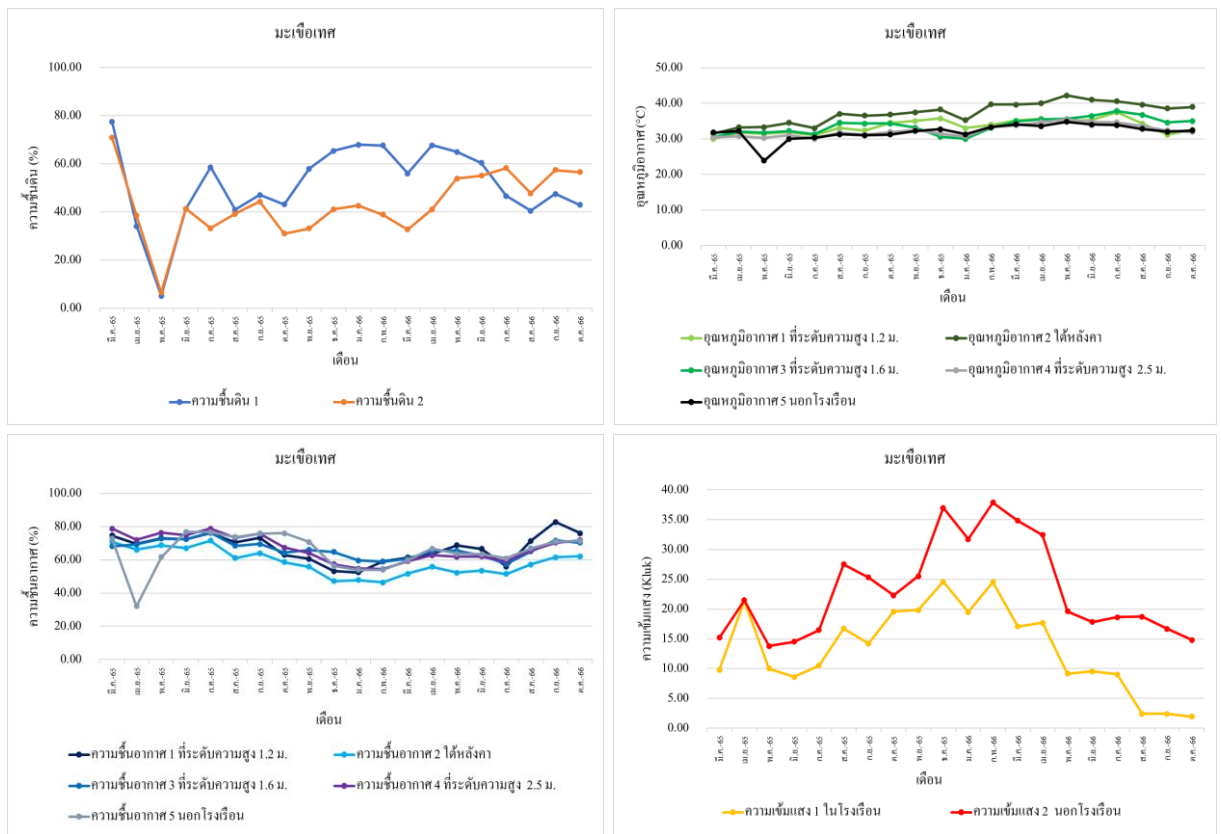


ภาพที่ 36 จำนวนครั้ง (ครั้งต่อวัน) และเปอร์เซ็นต์ (%) ในการส่งข้อมูล ณ โรงเรือนปลูกมะเขือเทศ AGRITEC Station สวทช. จ.ปทุมธานี ในเดือนมิถุนายน-สิงหาคม 2565

#### 4.2) วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกของระบบปฏิบัติการ

ผลวิเคราะห์ข้อมูลสภาพอากาศที่ได้จากเซนเซอร์ภายหลังการติดตั้งระบบเพื่อทดสอบภาคสนาม ณ โรงเรือนสำหรับปลูกมะเขือเทศ ในพื้นที่ AGRITEC Station สวทช. ต.คลองหนึ่ง อ. คลองหลวง จ.ปทุมธานี ซึ่งในพื้นที่ดำเนินการแห่งนี้ ประกอบด้วย เซนเซอร์วัดความชื้นดิน จำนวน 2 ชุด อุณหภูมิและความชื้นอากาศ จำนวน 5 ชุด และความเข้มแสง จำนวน 2 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

ข้อมูลจากค่าเซนเซอร์ ในช่วงเดือนมีนาคม 2565– เดือนตุลาคม 2566 พบว่าเซนเซอร์ทุกตัวสามารถอ่านค่าได้ปกติ อย่างไรก็ตาม ช่วงเดือนเมษายน 2565–เดือนพฤษภาคม 2565 จะเป็นช่วงพักโรงเรือนเพื่อเตรียมการปลูกในเดือนมิถุนายน 2565 ดังนั้น จึงไม่ได้มีการให้น้ำผ่านระบบน้ำหยดในโรงเรือน ส่งผลให้ค่าเฉลี่ยความชื้นดินมีค่าต่ำ และต่อมาในเดือนมิถุนายนได้มีการย้ายปลูกมะเขือเทศ จึงเริ่มกลับมาให้น้ำผ่านระบบน้ำหยดในโรงเรือนต่อไป (ภาพที่ 37)



ภาพที่ 37 ข้อมูลสภาพอากาศจากเซนเซอร์วัดความชื้นดิน อุณหภูมิ ความชื้นอากาศ และความเข้มแสง ณ โรงเรือนปลูกมะเขือเทศ ในพื้นที่ AGRITEC Station สวทช. ในช่วงเดือนมีนาคม 2565– ตุลาคม 2566

## 5) วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อถอดสูตรการผลิตพืช

**5.1) หัวข้อการศึกษา:** การศึกษาความถี่ในการให้น้ำที่เหมาะสม และเปรียบเทียบวัสดุปลูกที่เหมาะสมสำหรับการปลูกมะเขือเทศภายใต้โรงเรือนอัจฉริยะ (รายงานผลการวิเคราะห์ข้อมูลพืชระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2565 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ 2566) มีรายละเอียดของการศึกษาดังภาคผนวก ข และสามารถสรุปโดยสังเขปได้ดังนี้

**5.2) วัตถุประสงค์:** เพื่อเปรียบเทียบความถี่การให้น้ำ และวัสดุปลูกมะเขือเทศที่เหมาะสมสำหรับการปลูกภายใต้โรงเรือนอัจฉริยะ

**5.3) วิธีดำเนินการวิจัย:** วางแผนการทดลองแบบ Split plot in Randomized Complete Block Design จำนวน 3 ซ้ำ 240 ต้น โดยมีปัจจัยหลัก (Main plot) คือ ระบบการให้น้ำ (ให้น้ำ 8 ครั้งต่อวัน และ 12 ครั้งต่อวัน) และปัจจัยรอง (Sub plot) คือ วัสดุปลูก (วัสดุผสม และทรายหยาบ) แบ่งเป็นกรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ให้น้ำ 8 ครั้งต่อวัน + วัสดุผสม

กรรมวิธีที่ 2 ให้น้ำ 8 ครั้งต่อวัน + ทราย

กรรมวิธีที่ 3 ให้น้ำ 12 ครั้งต่อวัน + วัสดุผสม

กรรมวิธีที่ 4 ให้น้ำ 12 ครั้งต่อวัน + ทราย

และดำเนินการเก็บข้อมูลการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพผลผลิตของมะเขือเทศพันธุ์โซลาริโน (Solarino RZ F1) เพื่อเปรียบเทียบในแต่ละกรรมวิธี

**5.4) การบันทึกข้อมูล:** ความชื้นของวัสดุปลูก อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเข้มแสง ค่าการนำไฟฟ้า (EC) และค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) จากนั้นนำข้อมูลการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพผลผลิตมาวิเคราะห์ทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance: ANOVA) และเปรียบเทียบค่าความแตกต่างทางสถิติด้วยวิธี Least Significant Difference (LSD) โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์สถิติ STATISIC 10

**5.5) อภิปรายผล:** จากการศึกษาค่าการนำไฟฟ้าก่อนปลูกและระหว่างปลูก พบว่า การใช้วัสดุผสมมีค่าสูงกว่าการใช้ทราย เนื่องจากวัสดุผสมมีขี้วัวหรือปุ๋ยคอกเป็นส่วนประกอบ ซึ่งปุ๋ยคอกช่วยเพิ่มแร่ธาตุในดิน รวมทั้งปลดปล่อยธาตุอาหารและเกลือให้กับดิน จึงทำให้มีปริมาณเกลือเพิ่มขึ้นส่งผลให้มีค่าการนำไฟฟ้าเพิ่มขึ้น (Dong et al. 2001; Goff 2006) นอกจากนี้วัสดุผสมยังประกอบด้วยใบก้ามปูเป็นอินทรีย์วัตถุ ซึ่งเป็นแหล่งที่ให้ประจุลบแก่ดิน ทำให้ดึงดูดโซเดียมที่เป็นธาตุประจุบวกไว้ ดังนั้นการให้น้ำ 8 ครั้ง และ 12 ครั้งต่อวัน จึงชะเอาปริมาณแคตไอออนเหล่านี้ออกไปได้น้อย (ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2541) ทำให้มีค่าการนำไฟฟ้าสูงกว่ากรรมวิธีที่ปลูกโดยใช้ทราย ขณะที่ค่าความเป็นกรด-ด่างของวัสดุผสมและทรายก่อนปลูก ระหว่างปลูก และหลังเก็บเกี่ยว พบว่า มีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในระดับกรดปานกลาง-กรดเล็กน้อย ซึ่งอยู่ในช่วงที่

เหมาะสมต่อการปลูกมะเขือเทศที่มีค่าความเป็นกรด – ต่างอยู่ในระหว่าง 4.5–6.8 (กรมวิชาการเกษตร. มปป.) อย่างไรก็ตามในการทดลองครั้งนี้พบอาการใบม้วนในบางส่วนของต้นมะเขือเทศ ซึ่งอาจเกิดจากการขาดฟอสฟอรัสที่ถูกตรึงไว้ในรูปของเหล็กและอะลูมิเนียมฟอสเฟต นอกจากนี้อุณหภูมิอากาศที่ต่ำหรือสูงเกินไป (ต่ำกว่า 14 °C หรือมากกว่า 40 °C) ยังส่งผลให้ใบเปลี่ยนเป็นสีม่วงได้ (farm-th.desigusxpro.com. 2015) เนื่องจากการวัดอุณหภูมิอากาศในช่วงกลางวันระหว่างเดือนพฤศจิกายน-กุมภาพันธ์ภายใต้สภาพโรงเรือนปลูกมะเขือเทศ พบว่าอุณหภูมิอากาศในบางช่วงเวลามีค่าสูงมากกว่า 40 °C

จากการศึกษาการเจริญเติบโตพบว่า ในช่วงแรกมะเขือเทศที่ปลูกในทรายมีค่าเส้นผ่านศูนย์กลางเถา ความยาวใบ ความกว้างใบต่ำกว่าการปลูกในวัสดุผสม เนื่องจากวัสดุผสมประกอบไปด้วย ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมสะสมอยู่เล็กน้อยเมื่อเทียบกับจากอัตราส่วนที่ใช้ซึ่งแตกต่างจากทรายที่ไม่มีธาตุอาหาร จึงทำให้มะเขือเทศที่ปลูกในวัสดุผสมสามารถเจริญเติบโตได้ดีกว่าช่วงแรก แต่จากการให้น้ำและปุ๋ยในปริมาณที่เท่ากันในทุกช่วงการเจริญเติบโตจึงทำให้มะเขือเทศที่ปลูกในวัสดุที่ต่างกันทั้งสองชนิดสามารถเจริญเติบโต ให้ผลผลิตและมีมวลชีวภาพใกล้เคียงกัน อย่างไรก็ตาม หากใช้วัสดุผสมเป็นวัสดุปลูกมะเขือเทศ อาจมีการปรับลดปริมาณปุ๋ยที่ให้ในช่วงแรกของการเจริญเติบโตลง เนื่องจากในวัสดุผสมมีธาตุอาหารสะสมอยู่แล้ว

จากการศึกษาจำนวนการติดดอก จำนวนการติดผล และผลผลิตต่อต้น พบว่า อิทธิพลจากความถี่ของการให้น้ำและวัสดุปลูกที่ต่างกัน ไม่มีผลทำให้ลักษณะดังกล่าวแตกต่างกัน แม้ว่าค่าความยาวราก น้ำหนักสตราก น้ำหนักสตราลำต้น และน้ำหนักแห้งรากในวัสดุผสมจะมีค่าสูงกว่าในทราย ซึ่งอาจเกิดจากวัสดุผสมมีความชื้นสม่ำเสมอและมีธาตุอาหารสะสมจึงทำให้รากของพืชสามารถเจริญไปยังบริเวณที่มีความชื้นและธาตุอาหารสะสมและสามารถดูดใช้ธาตุอาหารได้ดีกว่าในทราย จึงทำให้มีความยาวราก น้ำหนักสตราก น้ำหนักสตราลำต้น และน้ำหนักแห้งรากมากกว่า และยังพบว่าค่าความชื้นดินจากความถี่ของการให้น้ำและวัสดุปลูกที่ต่างกัน ทำให้ค่าความจุความชื้นสนามของทรายมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่เหมาะสมมากกว่าวัสดุผสม โดยการควบคุมค่าความจุความชื้นสนามในช่วงการติดดอกและผลที่ 70–75% และ 80–90% ตามลำดับ สามารถเป็นดัชนีความชื้นในดินที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการผลิตมะเขือเทศในโรงเรือนภายใต้การให้น้ำแบบหยด (Liu et al. 2009) นอกจากนี้ยังมีรายงานการศึกษาในช่วงระยะการพัฒนาของผลและระยะสุกของผล พบว่าประสิทธิภาพการใช้น้ำของมะเขือเทศสูงสุดอยู่ที่ระดับความจุความชื้นสนาม 80–90% และ 70–80% และค่าต่ำสุดอยู่ที่ 60–70% ตามลำดับ (Liu et al. 2019) เช่นเดียวกับ การศึกษาประสิทธิภาพการใช้น้ำของมะเขือเทศที่ลดลงเมื่อมีความเครียดจากน้ำในช่วงการเจริญเติบโตของผลและระยะสุก (Nuruddin et al., 201; Chen et al., 2015) อย่างไรก็ตาม ค่าความจุความชื้นสนามที่ต่างกันไม่มีผลต่อจำนวนติดดอกและจำนวนติดผลของมะเขือเทศพันธุ์โซลาริโน แสดงให้เห็นว่าค่าความชื้นดินในวัสดุที่ต่างกัน

อยู่ในระดับที่มะเขือเทศสามารถติดดอกและผลได้ เนื่องจากค่าความชื้นดินจากทั้งสองวัสดุอยู่ในช่วงที่มะเขือเทศสามารถดูดน้ำและสารละลายปุ๋ยไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และการรักษาความชื้นในแปลงปลูกมีการให้น้ำอย่างสม่ำเสมอด้วยการให้น้ำครั้งละไม่มากแต่บ่อยครั้งจะช่วยลดการแตกของผลมะเขือเทศได้ (กรุง, 2555)

จากการศึกษาลักษณะองค์ประกอบผลผลิตพบว่า ความหนาเปลือกและความหนาเนื้อมีค่ามากที่สุดเมื่อปลูกในวัสดุผสม และยังพบว่า การให้น้ำ 8 ครั้งต่อวันทำให้มะเขือเทศที่ปลูกในวัสดุผสมมีความหนาเนื้อมากที่สุด อีกทั้งการให้น้ำ 8 ครั้งต่อวันทำให้มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงที่สุด ซึ่งปริมาณน้ำที่ลดลงทำให้การสะสมน้ำในผลและน้ำหนักผลผลิตลดลง แต่จะเพิ่มปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (Senevirathna and W. Daundasekera, 2015) อย่างไรก็ตาม ลักษณะส่วนใหญ่ของมะเขือเทศพันธุ์โซลาริโนที่ปลูกในวัสดุผสมจะให้คุณภาพผลผลิตที่ดีกว่าการปลูกด้วยทราย ทั้งในลักษณะของสีผล ความหนาเปลือก ความหนาเนื้อ และรสชาติ นอกจากนี้ยังพบว่ามะเขือเทศที่ปลูกด้วยทรายมักแสดงอาการกั้นผลเน่าซึ่งเป็นอาการขาดธาตุแคลเซียม อาจเนื่องมาจากทรายมีความสามารถในการดูดยึดธาตุอาหารพืชได้น้อย รวมทั้งมีความสามารถในการอุ้มน้ำและมีความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำ (สำนักสำรวจดินและวิจัยทรัพยากรดิน, 2557) จึงทำให้เกิดความไม่สมดุลของธาตุแคลเซียมในดิน อีกทั้งในช่วงการเก็บเกี่ยวระยะสุดท้ายพบว่า มะเขือเทศที่ปลูกในทรายแสดงอาการโรคโคนเน่า ซึ่งอาจเกิดจากสภาวะที่มะเขือเทศได้รับความแปรปรวนจากความชื้นดินสูงและต่ำจากการให้น้ำแต่ละครั้ง ซึ่งอยู่ในสภาพเปียกสลับแห้งทำให้เกิดอาการเกิดโรคดังกล่าวได้

นอกจากนี้การปลูกมะเขือเทศพันธุ์โซลาริโนภายใต้สภาพโรงเรือนอัจฉริยะพบว่า ผลผลิตที่ได้อยู่ในปริมาณที่ต่ำกว่าลักษณะประจำพันธุ์ คือ ความสามารถในการให้ผลผลิตสูงถึง 2–3 กิโลกรัมต่อต้น น้ำหนักประมาณ 10–12 กรัมต่อผล ความหวานประมาณ 11–13 บริกซ์ (RijkZwaan, n.d.) ขณะที่ผลผลิตที่ได้อยู่ที่ประมาณ 500–600 กรัมต่อต้น ขนาดผลอยู่ที่ 7–8 กรัมต่อผล และความหวานประมาณ 10 บริกซ์ เนื่องมาจากสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนที่มีอุณหภูมิและความชื้นไม่เหมาะสมต่อการปลูกมะเขือเทศ โดยเฉพาะในช่วงการติดดอกและผลของตำแหน่งข้อที่ 5–7 ที่มีการติดผลลดลง และยังพบว่า มีขนาดผลเล็กลงอีกด้วย ซึ่งจากการวัดอุณหภูมิภายในโรงเรือนพบว่าบางช่วงเวลามีอุณหภูมิสูงถึง 47 °C และมีความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงและต่ำที่สูงถึง 20 °C ขณะที่ช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการติดดอกและติดผลควรอยู่ในช่วง 17–30 °C (Chen et al. 2015) อีกทั้งความชื้นอากาศในบางช่วงที่ต่ำถึง 31% และบางช่วงสูงถึง 90% ขณะที่ช่วงความชื้นอากาศอยู่ที่เหมาะสมอยู่ที่ 60–70% (สำนักส่งเสริมและจัดการสินค้าเกษตร, มปป.; Langenhoven, 2018) ซึ่งเมื่อความชื้นอากาศต่ำเกินไปจะทำให้เมือกบนเกสรตัวเมียแห้ง ไม่สามารถผสมเกสรได้ และความชื้นอากาศที่สูงเกินไปจะทำให้ละอองเกสรตัวผู้จับตัวยึดติดกันแน่น หรือติดอยู่ภายในอับเรณู ส่งผลให้ผสมเกสรไม่ติด (Van Koot and Van Ravestijn, 1963; Bakker, 1991) ซึ่งเป็นสาเหตุของการติด

ผลลดลงในตำแหน่งข้อดังกล่าว ดังนั้นควรมีเพิ่มการพ่นหมอกให้มากขึ้นเพื่อเพิ่มความชื้นอากาศ และลดอุณหภูมิลง จะสามารถลดความแปรปรวนของความชื้นอากาศในโรงเรือน ด้วยการตั้งค่าการเปิดพ่นหมอกแบบอัตโนมัติ เพื่อช่วยแก้ปัญหาเรื่องการติดผล และควบคุมค่าอุณหภูมิและความชื้นอากาศให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมตามการรายงานของ Chen et al. (2015) และ Langenhoven (2018) ได้

ขณะที่การศึกษาความเข้มแสงในช่วงการติดดอก การติดผล และการพัฒนาของผลไปจนถึงระยะสุกแก่ พบว่าความเข้มแสงในโรงเรือน มีค่าสูงกว่าค่าที่เหมาะสม ( $400\text{--}500 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ) (Jones, 2007) แสดงให้เห็นว่ามะเขือเทศที่ปลูกภายใต้โรงเรือนได้รับแสงค่อนข้างมาก ซึ่งสามารถตั้งค่าระบบม่านพรางแสงอัตโนมัติผ่านระบบควบคุมโดยใช้ระบบการตรวจวัดและควบคุมแบบไร้สาย เพื่อช่วยในการพรางแสงในช่วงที่แดดจัด และควบคุมแสงให้อยู่ในช่วง  $400\text{--}500 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$  (Jones, 2007) ที่มะเขือเทศต้องการได้

**5.6) สรุปผล:** จากการศึกษาความถี่ในการให้น้ำที่เหมาะสม และเปรียบเทียบวัสดุปลูกที่เหมาะสมสำหรับการปลูกมะเขือเทศภายใต้โรงเรือนอัจฉริยะ พบว่า การให้น้ำ 12 ครั้งต่อวันร่วมกับการปลูกในวัสดุผสม ทำให้ต้นมะเขือเทศมีค่าเส้นผ่านศูนย์กลางเถา ความยาวใบ และความกว้างใบสูงที่สุด และความหนาเปลือกและความหนาเนื้อมีค่ามากที่สุดเมื่อปลูกในวัสดุผสม อีกทั้งการให้น้ำ 8 ครั้งต่อวัน ทำให้ต้นมะเขือเทศมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงที่สุด และแม้ว่าการศึกษาลักษณะผลผลิตจะไม่มี ความแตกต่างกัน แต่กลับพบว่าผลผลิตที่ได้จากการให้น้ำ 12 ครั้ง ในวัสดุทั้งสองชนิด (623.57 และ 624.11 กรัมต่อต้น) มีแนวโน้มของผลผลิตสูงกว่าการให้น้ำ 8 ครั้ง ในวัสดุทั้งสองชนิด (561.72 และ 567.05 กรัมต่อต้น)

การลดต้นทุนในการผลิตมะเขือเทศ ณ โรงเรือน AGRITEC Station ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอลองหลวง จังหวัดปทุมธานี มีดังนี้

5.6.1) ลดค่าแรงงานในการจัดการให้น้ำและปุ๋ยตั้งแต่ช่วงระยะการเจริญเติบโตจนถึงระยะเก็บเกี่ยวได้ประมาณ 66% โดยลดจากเดิม 70 เหลือเพียง 24 คน-ชั่วโมง (man-hour) และประหยัดเวลาของผู้ปลูกทำให้มีเวลาในการดูแลรักษาต้นพืชและจัดการในส่วนอื่นๆ ภายในโรงเรือน อีกทั้ง เมื่อผู้ปลูกไม่สามารถอยู่ดูแลการปลูกในโรงเรือนเป็นเวลาหลายวัน ผู้ปลูกยังสามารถจัดการโรงเรือนผ่านระบบการตรวจวัดและควบคุมแบบไร้สาย โดยการตั้งค่าให้น้ำและปุ๋ยด้วยระบบอัตโนมัติ ทำให้ผู้ปลูกสามารถจัดการธุระในเรื่องอื่น ๆ ที่อยู่ต่างพื้นที่ได้

5.6.2) ลดความเสี่ยงในการเกิดความเสียหายแก่ผลผลิตพืช เนื่องจากช่วยควบคุมอุณหภูมิอากาศและความชื้นอากาศให้ใกล้เคียงกับค่าที่เหมาะสมมากขึ้นสำหรับการปลูกมะเขือเทศภายในโรงเรือน ทำให้ช่วยเพิ่มการติดผลต่อช่อมากขึ้น ซึ่งจากเดิมที่มีการปลูกก่อนหน้านี้พบว่าภายในโรงเรือนมีอุณหภูมิอากาศที่สูงจนทำให้ส่งผลต่อการติดผลของมะเขือเทศ ทำให้มะเขือเทศมีการติดผลไม่ตลอดทั้งช่อ คือ ติดผลเพียงโคนช่อกับปลายช่อ โดยการติดผลตลอดช่อของมะเขือเทศสามารถทำ

การตลาดได้ ซึ่งโดยทั่วไปการขายมะเขือเทศเป็นช่อจะขายได้ในราคาที่สูงกว่ามะเขือเทศที่ขายเป็นผล และขายในซูเปอร์มาร์เก็ตได้อีกด้วย

### 5.7) ข้อเสนอแนะ

5.7.1) การปลูกมะเขือเทศควรมีการให้น้ำในปริมาณที่เพียงพอตลอดระยะเวลาในการปลูก และควบคุมสภาพแวดล้อมในการปลูกให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมกับความต้องการของมะเขือเทศเพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพ

5.7.2) ควรเลือกใช้วัสดุปลูกแบบผสมเป็นวัสดุในการปลูกเนื่องจากสามารถรักษาความชื้นในดินให้สม่ำเสมอได้ง่ายกว่าทราย รวมทั้งสามารถดูดยึดธาตุอาหารที่ให้อาหารผ่านระบบน้ำไว้ได้ และปลดปล่อยธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ให้พืชดูดใช้ได้ อีกทั้งการใช้ทรายยังไม่สะดวกในด้านการจัดการ เนื่องจากทรายเป็นวัสดุที่มีน้ำหนักมาก

5.7.3) การจัดการสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมสำหรับการผลิตมะเขือเทศในโรงเรือนมีดังนี้

5.7.3.1) ความชื้นของวัสดุปลูก ควรมีการให้น้ำที่ความจุความชื้นสนาม 70–75% ในช่วงการติดดอก และ 80–90% ในช่วงการติดผล สำหรับช่วงระยะการพัฒนาดอกจนถึงระยะสุกของผล ควรให้น้ำที่ระดับความจุความชื้นสนาม 80–90% หากพบว่าความชื้นของวัสดุปลูกมีค่าต่ำหรือสูงเกินกว่าค่าที่เหมาะสม สามารถตั้งค่าการให้น้ำผ่านระบบการให้น้ำอัจฉริยะเพื่อควบคุมความชื้นดินให้ใกล้เคียงกับช่วงที่เหมาะสมได้

5.7.3.2) ความชื้นอากาศภายในโรงเรือน ควรควบคุมให้อยู่ในช่วง 60-70% ถ้าภายในโรงเรือนมีความชื้นอากาศสูงเกินไป สามารถตั้งค่าการทำงานของพัดลมให้ระบายความชื้นออกไปจากโรงเรือนได้ โดยตั้งค่าผ่านระบบเทคโนโลยีการตรวจวัดและควบคุมแบบไร้สาย

5.7.3.3) อุณหภูมิอากาศภายในโรงเรือน ควรควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในช่วง 18-30 °C ซึ่งหากในช่วงกลางวันมีอุณหภูมิอากาศสูงเกิน 30 °C สามารถตั้งค่าพัดลมระบายอากาศเพื่อช่วยลดอุณหภูมิภายในโรงเรือน โดยพัดลมจะช่วยให้อากาศในโรงเรือนหมุนเวียน นอกจากจะช่วยลดความร้อนในโรงเรือนแล้ว การหมุนเวียนของอากาศยังสามารถช่วยลดความชื้นในโรงเรือนได้อีกด้วย นอกจากนี้ยังสามารถตั้งค่าสเปร์ย์หมอกเพื่อลดความร้อนและลดอุณหภูมิอากาศภายในโรงเรือนลงได้

5.7.3.4) ความเข้มแสงที่เหมาะสมของมะเขือเทศจะมีค่าอยู่ในช่วง 400–500  $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$  หากพบว่ามะเขือเทศที่ปลูกภายใต้โรงเรือนได้รับแสงค่อนข้างมาก สามารถตั้งค่าระบบมาบพรางแสงอัตโนมัติผ่านระบบควบคุมโดยใช้ระบบการตรวจวัดและควบคุมแบบไร้สาย เพื่อช่วยในการพรางแสงในช่วงที่แดดจัดให้มีความเข้มแสงที่ลดลงและใกล้เคียงกับค่าที่เหมาะสมได้

## 6) ประเมินความพึงพอใจ และสรุปผลการใช้งานกับเกษตรกร

จากการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบต้นแบบตรวจวัดเทคโนโลยีความต้องการของพืชแบบไร้สาย ผ่านการสัมภาษณ์ นางสาวมณีนยา ตันเปาว์ ผู้ช่วยปฏิบัติงานวิจัย ณ AGRITEC Station อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี พบว่า ความพึงพอใจเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 100 ตามรายละเอียดดังตารางที่ 13 และได้มีข้อคิดเห็น/ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการใช้งานว่า ระบบการตรวจวัดและควบคุมแบบไร้สายสำหรับการปลูกมะเขือเทศในโรงเรือนนั้น ใช้งานง่าย สะดวก มี function ในการใช้งานที่หลากหลาย ตัวอุปกรณ์มีความเสถียรในระดับดีมาก ช่วยบริหารจัดการการให้น้ำและปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากระบบ สามารถควบคุมการให้น้ำได้ผ่านระบบอินเทอร์เน็ต ช่วยลดแรงงานและประหยัดเวลาในการจัดการการให้น้ำและปุ๋ย ทำให้มีเวลาในการดูแลรักษาต้นพืชและจัดการในส่วนอื่นๆภายในโรงเรือนมากขึ้น อีกทั้ง เมื่อไม่สามารถอยู่ดูแลการปลูกในโรงเรือนเป็นเวลาหลายวันหรือต้องไปปฏิบัติงานต่างจังหวัด ยังสามารถจัดการการให้น้ำและปุ๋ยในโรงเรือนผ่านระบบการตรวจวัดและควบคุมแบบไร้สาย โดยการตั้งค่าด้วยระบบอัตโนมัติ ซึ่งสามารถตั้งค่าได้หลายรอบต่อวันและยังสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมในการปลูกมะเขือเทศได้ดีขึ้นจากการใช้ข้อมูลจากเซนเซอร์ต่างๆ มาช่วยในการตัดสินใจในการจัดการแปลงปลูก เช่น เมื่อระบบแจ้งเตือนว่าอุณหภูมิในโรงเรือนสูงกว่ากำหนด ก็สามารถเปิดสเปร์ย์หมอกเพื่อช่วยลดอุณหภูมิได้ทันทีแม้จะไม่ได้อยู่บริเวณโรงเรือน ซึ่งการควบคุมสภาพแวดล้อมที่ดีขึ้นส่งผลให้มะเขือเทศในโรงเรือนมีการติดผลที่ดีขึ้นกว่าเดิมที่เคยปลูก แม้ผลผลิตที่ได้จะยังไม่มากที่สุดตามลักษณะประจำพันธุ์ แต่เชื่อว่าหากสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมให้ใกล้เคียงค่าที่เหมาะสมต่อการผลิตมะเขือเทศได้มากขึ้น จะส่งผลให้สามารถปลูกมะเขือเทศที่ให้ผลผลิตสูงขึ้นได้ในอนาคต

ตารางที่ 13 แบบประเมินความพึงพอใจของเกษตรกรผู้ปลูกมะเขือเทศ โรงเรือน AGRITEC Station อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี

หัวข้อ	ลำดับที่	ประเด็น	ร้อยละระดับความพึงพอใจ
1. ด้านข้อมูล	1	ครอบคลุมตามความต้องการในการใช้งาน	100
	2	ความถูกต้องของข้อมูล	100
	3	ความสะดวกในการเรียกดูข้อมูลและสืบค้นข้อมูล	100
	4	การเข้าถึงระบบทำได้ง่ายและรวดเร็ว	100
	5	รายงานข้อมูลได้ตามต้องการ	100
2. ด้านการออกแบบ	6	เมนูใช้งานง่าย	100
	7	การจัดรูปแบบง่ายต่อการใช้งาน	100

หัวข้อ	ลำดับที่	ประเด็น	ร้อยละระดับความพึงพอใจ
	8	ความเร็วในการแสดงผลข้อมูล	100
	9	ข้อความสื่อความหมายชัดเจน	100
	10	ความเหมาะสมของรูปแบบการรายงานผล	100
3. ด้านการนำไปใช้งาน	11	ข้อมูลมีประโยชน์ต่อการนำไปใช้ต่อยอด	100
	12	เป็นสื่อในการเผยแพร่และประชาสัมพันธ์	100
	13	ระบบมีประสิทธิภาพในการใช้งาน	100

**4.3.4 เมล็ดพันธุ์เมลอน:** พื้นที่ดำเนินการ คือ แปลงผลิตเมล็ดพันธุ์เมลอน ต.หนองโก อ.บรบือ จ.มหาสารคาม

**1) การสำรวจความต้องการของเกษตรกร**

ชื่อเกษตรกร: นายแสวง และ นางวราภรณ์ วงวิเศษ

ปัญหาที่พบ: การจัดการระบบน้ำไม่เหมาะสมส่งผลต่อปริมาณและคุณภาพผลผลิต

ความต้องการเทคโนโลยี: ต้องการบริหารจัดการแปลงปลูกให้ได้ประสิทธิภาพที่ดียิ่งขึ้น และต้องการทราบสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการผลิตเมล็ดพันธุ์

ความพร้อมของเกษตรกร: เปิดใจยอมรับนวัตกรรมใหม่ ๆ และยินยอมรับการเปลี่ยนแปลงเพื่อรับเทคโนโลยีใหม่ ๆ

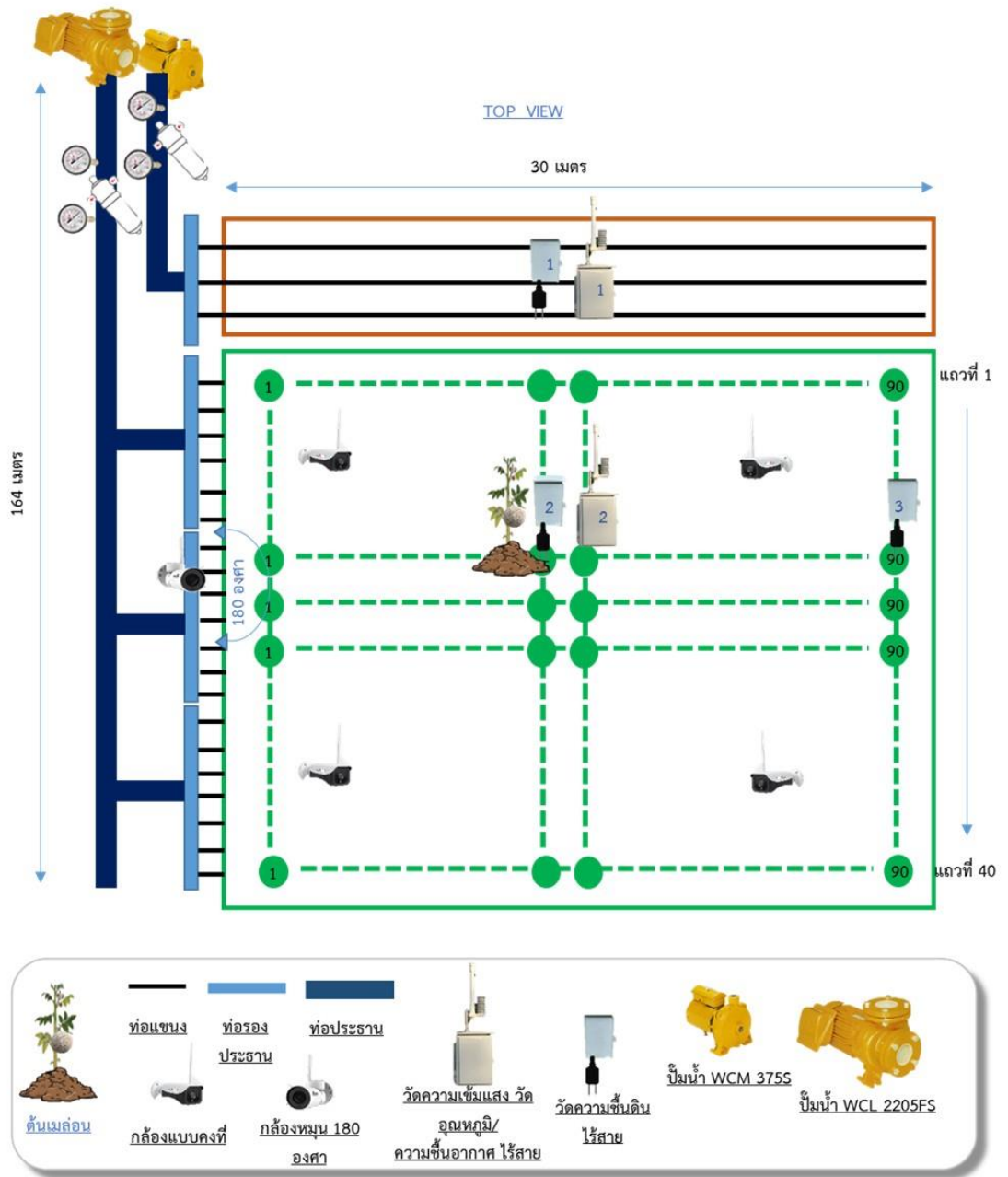
**2) ออกแบบระบบการใช้งานอุปกรณ์ให้เหมาะสมกับพื้นที่**

การออกแบบการติดตั้งอุปกรณ์ให้เหมาะสมกับพื้นที่ในสวนผลิตเมล็ดพันธุ์เมลอน มีผังการติดตั้งอุปกรณ์ (ภาพที่ 38) และรายละเอียดดังตารางที่ 14

**ตารางที่ 14** การออกแบบการติดตั้งอุปกรณ์ที่เหมาะสมกับแปลงผลิตเมล็ดพันธุ์เมลอน

วิธีการดำเนินการวิจัย	เหตุผลในการดำเนินงาน	ผลที่คาดว่าจะได้รับ
ทดลองปลูกเมลอนทั้งหมด 3,600 ต้น จำนวน 40 แถว แถวละ 90 ต้น มีความยาวแปลง 30 เมตร ภายใต้สภาพแปลงเปิด	เป็นการทดลองผลิตเมล็ดพันธุ์เมลอนในระบบแปลงใหญ่ ควบคุมการให้น้ำและปุ๋ยโดยระบบอัจฉริยะ	ลดการใช้น้ำและปุ๋ยลง และลดความเสียหายจากคลื่นความร้อนเพราะเกษตรกรดูแลค่าอุณหภูมิแจ้งเตือนผ่านไลน์และให้น้ำได้ทัน

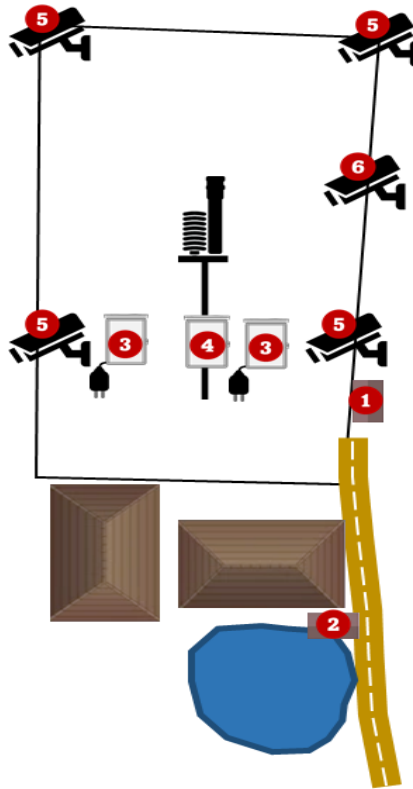
วิธีการดำเนินการวิจัย	เหตุผลในการดำเนินงาน	ผลที่คาดว่าจะได้รับ
การติดตั้งเซ็นเซอร์วัดความเข้มแสง 1 ตัว โดยติดตั้งกลางแปลง บริเวณเหนือทรงพุ่ม	เพื่อวัดความเข้มแสงในแปลงเปิด และใช้ข้อมูลในการวิเคราะห์การเติบโตและการเกิดโรคในเมลอน	ได้องค์ความรู้จากข้อมูลจริง เพื่อบริหารจัดการต่อไป
เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิความชื้นอากาศ 2 ตัว ที่ตำแหน่งต่างกัน คือติดในทรงพุ่มและนอกทรงพุ่ม บริเวณกลางแปลง	เปรียบเทียบความแตกต่างของอุณหภูมิความชื้นอากาศที่พืชได้รับในตำแหน่งที่ต่างกัน และปรับการให้น้ำช่วงวิกฤติของพืชได้	สามารถทราบค่าอุณหภูมิความชื้นอากาศที่เหมาะสมในการปลูกและการบริหารจัดการน้ำ
ติดตั้งเซ็นเซอร์วัดความชื้นดิน 4 ตัว โดย 3 ตัว ติดตั้งบริเวณหัวแปลง กลางแปลง และท้ายแปลง	เพื่อเปรียบเทียบความชื้นดินในตำแหน่งที่ต่างกันทั้ง 3 จุดว่าตลอดสายน้ำหยดความยาว 30 เมตร พืชเติบโตต่างกันอย่างไร	สามารถทราบค่าที่เหมาะสมของเซ็นเซอร์วัดความชื้นดิน และนำข้อมูลที่ได้มาบริหารจัดการน้ำในแปลงปลูก
ติดตั้งกล้อง CCTV แบบติดตั้งคงที่ จำนวน 4 ชุด ติดตั้งโดยกระจายทั่วแปลง 4 ตำแหน่ง	เพื่อดูการแตกใบ การติดดอก และการติดผล การเกิดโรคและแมลง ในต้นเมลอน	ติดตามต้นเมลอนในแต่ละระยะการเติบโต รวมทั้งโรคและแมลง หากมีสิ่งผิดปกติก็แก้ไขได้ทันเวลา
ติดตั้งกล้อง CCTV แบบหมุน 180° บริเวณกลางแปลง 1 ชุด	เพื่อดูภาพรวมของแปลงทดลอง	สามารถติดตามดูสถานการณ์ทั่วไปที่เกิดขึ้นในแปลงได้
ทดลองปลูกเมลอนทั้งหมด 3,600 ต้น จำนวน 40 แถว แถวละ 90 ต้น มีความยาวแปลง 30 เมตร ภายใต้สภาพแปลงเปิด	เป็นการทดลองผลิตเมล็ดพันธุ์ เมลอนในระบบแปลงใหญ่ ควบคุมการให้น้ำและปุ๋ยโดยระบบอัจฉริยะ	ลดการใช้น้ำและปุ๋ยลง และลดความเสียหายจากคลื่นความร้อนเพราะเกษตรกรดูค่าอุณหภูมิแจ้งเตือนผ่านไลน์ และให้น้ำได้ทัน



ภาพที่ 38 ผังการติดตั้งอุปกรณ์ในแปลงผลิตเมล็ดพันธุ์เมลอน ต.หนองโก อ.บรบือ จ.มหาสารคาม

### 3) การติดตั้งและทดสอบต้นแบบภาคสนามร่วมกับเกษตรกร

การติดตั้งอุปกรณ์อยู่ในเขตพื้นที่ ตำบลหนองโก อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม (พิกัด X: 12.855245, Y: 101.549341) โดยมีแผนผังการติดตั้งระบบการให้น้ำอัตโนมัติสำหรับพืชและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องดังภาพที่ 39



ภาพที่ 39 ผังตำแหน่งการติดตั้งระบบการให้น้ำอัตโนมัติสำหรับพีช และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องโดยสังเขป

#### คำอธิบายสัญลักษณ์

- 1 จุดติดตั้งอุปกรณ์อ่านค่า/ส่งข้อมูลสำหรับเชื่อมต่อเซ็นเซอร์ และอุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณภาพกล้อง CCTV
  - 2 จุดติดตั้งปั้มน้ำ และตู้วงจรควบคุมปั้มน้ำ
  - 3 เซ็นเซอร์วัดความขึ้นดิน 2 ระดับ คือ ระดับ 10 เซนติเมตร และ 20 เซนติเมตร
  - 4 เซ็นเซอร์วัดความขึ้นในอากาศ อุณหภูมิ และความเข้มแสง
  - 5 กล้องวงจรปิด CCTV แบบมุมมองคงที่
  - 6 กล้องวงจรปิด CCTV แบบหมุน 180 องศา
- ตำแหน่งการเดินระบบไฟฟ้า 1 Phase, 220 V สำหรับระบบการให้น้ำอัตโนมัติสำหรับพีช

#### 3.1) การเตรียมพร้อมสถานที่ และระบบไฟฟ้าก่อนการติดตั้ง

เกษตรกรดำเนินการก่อสร้างอาคารสถานที่สำหรับติดตั้งอุปกรณ์อ่านค่า/ส่งข้อมูลสำหรับเชื่อมต่อเซ็นเซอร์ และอุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณภาพกล้อง CCTV (ภาพที่ 40) และเดินระบบไฟฟ้าไปยังตำแหน่งที่ติดตั้งอุปกรณ์ภายในแปลง เพื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์แต่ละจุด ประกอบด้วย

ตำแหน่งติดตั้งเซ็นเซอร์ และกล้องวงจรปิด CCTV (ภาพที่ 41) ทั้งนี้เกษตรกรยังคงใช้ระบบไฟฟ้าเดิม ที่เดินระบบอยู่แล้วในสวน คือ ไฟฟ้า 1 Phase, 220 V



ภาพที่ 40 จุดติดตั้งอุปกรณ์อ่านค่า/ส่งข้อมูล สำหรับเชื่อมต่อเซ็นเซอร์ และอุปกรณ์รับ-ส่ง สัญญาณภาพกล้อง CCTV



ภาพที่ 41 ระบบไฟฟ้าไปยังตำแหน่งที่ติดตั้ง อุปกรณ์ภายในแปลง ประกอบด้วย ตำแหน่ง ติดตั้งเซ็นเซอร์ และกล้องวงจรปิด CCTV

### 3.2) การติดตั้งชุดระบบการให้น้ำอัตโนมัติสำหรับพืช ประกอบด้วย

(1) วงจรควบคุมปั้มน้ำ จำนวน 1 ชุด ควบคุมปั้มน้ำขนาด 2 แรงม้า ไฟฟ้า 220V (ภาพที่ 42) สามารถสั่งปฏิบัติงานได้ทั้งรูปแบบกำหนดเอง (Manual) และรูปแบบอัตโนมัติ (Auto) มี หลอดไฟแสดงสถานะไฟฟ้าเข้า และสถานะการทำงานของปั้มน้ำ โดยติดตั้งอยู่บริเวณจุดติดตั้งปั้มน้ำ



ภาพที่ 42 วงจรควบคุมปั้มน้ำ จำนวน 1 ชุด ควบคุมปั้มน้ำขนาด 2 แรงม้า ไฟฟ้า 220v

(2) อุปกรณ์อ่านค่า/ส่งข้อมูลสำหรับเชื่อมต่อเซ็นเซอร์ ทำการติดตั้งบริเวณจุดติดตั้งอุปกรณ์ อ่านค่า/ส่งข้อมูลสำหรับเชื่อมต่อเซ็นเซอร์ (ภาพที่ 43) โดยรับส่งข้อมูลไปบันทึกในฐานข้อมูลแบบ ออนไลน์โดยใช้โทรศัพท์มือถือ



ภาพที่ 43 การติดตั้งอุปกรณ์อ่านค่า/ส่งข้อมูลสำหรับเชื่อมต่อเซ็นเซอร์

โดยอุปกรณ์อ่านค่า/ส่งข้อมูลสำหรับเชื่อมต่อเซ็นเซอร์ มีคุณสมบัติ (ภาพที่ 44) ดังนี้

- สามารถตั้งค่าควบคุมแบบออนไลน์โดยใช้โทรศัพท์มือถือเชื่อมต่อระบบกับอินเทอร์เน็ตในการสื่อสารข้อมูล ตั้งค่า Upper, Lower Limit พร้อมทั้ง ใส่ค่าหน่วงเวลาสำหรับการส่งการ Output ได้
- ใส่ค่า Offset เพื่อชดเชยค่าของเซ็นเซอร์ พร้อมทั้งตั้งค่าเพื่อใช้ Calibrate Sensor ได้
- ตั้งค่าความถี่ในการบันทึกข้อมูลได้
- ปรับความละเอียดในการดูข้อมูล และเลือกช่วงเวลาในการดูข้อมูลได้
- กำหนดเปิด-ปิด การทำงานของ Output โดยเซ็นเซอร์ได้
- สามารถเปิด-ปิด การแจ้งเตือนผ่าน Application Line ได้ กรณีที่ค่าเซ็นเซอร์มีค่าสูงหรือต่ำกว่า พร้อมทั้งเมื่อค่ากลับมาปกติ
- แจ้งเตือนกรณีหลุดการเชื่อมต่อ ทาง Application Line
- เลือกดูข้อมูลสถิติแสดงผลค่าเซ็นเซอร์แบบกราฟและตัวเลขสถิติ



ภาพที่ 44 คุณสมบัติอุปกรณ์อ่านค่า/ส่งข้อมูลสำหรับเชื่อมต่อเซ็นเซอร์

(3) Wireless module วัดความเข้มแสง อุณหภูมิ ความชื้นอากาศ (ภาพที่ 45) และ ความชื้นดิน (ภาพที่ 46) โดยใช้ไฟฟ้า 220 V ที่สวนเตรียมไว้



ภาพที่ 45 Wireless module วัดความเข้มแสง อุณหภูมิ ความชื้นอากาศ



ภาพที่ 46 Wireless module วัดความชื้นดิน

### 3.3) การติดตั้งกล้องวงจรปิด CCTV

ดำเนินการติดตั้งกล้องวงจรปิด CCTV (ภาพที่ 47) จำนวน 5 ตัว ประกอบด้วย กล้องวงจรปิด CCTV แบบมุมมองคงที่ จำนวน 4 ตัว และกล้องวงจรปิด CCTV แบบหมุน 180 องศา จำนวน 1 ตัว โดยใช้ไฟฟ้า 220 V ที่สวนเตรียมไว้ นอกจากนี้ในการติดตั้งยังสร้างหลังคาคลุมกล้องวงจรปิด CCTV เพื่อให้มีอายุการใช้งานนานขึ้นอีกด้วย



ภาพที่ 47 การติดตั้งกล้องวงจรปิด CCTV ณ แปลงผลิตเมล็ดพันธุ์ ต.หนองโก อ.บรบือ จ.มหาสารคาม และภาพการทำงานของกล้อง

4) ข้อมูลความเสถียรของอุปกรณ์ และวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกของระบบปฏิบัติการ

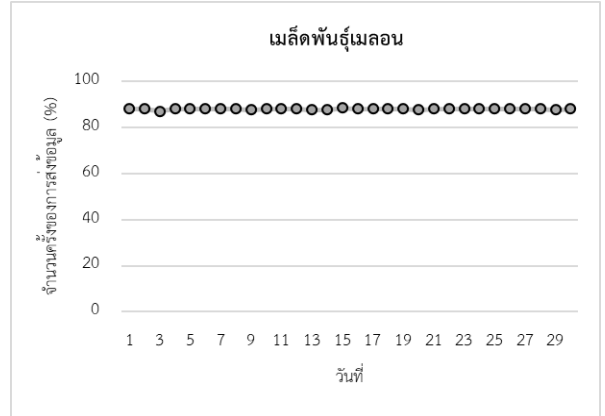
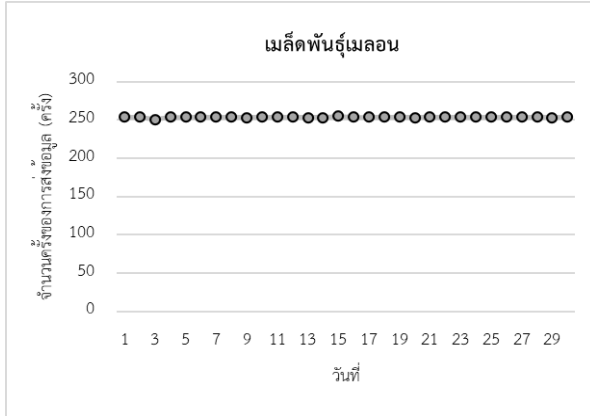
4.1) ข้อมูลความเสถียรของอุปกรณ์

ภายหลังการติดตั้งอุปกรณ์ต้นแบบในพื้นที่แปลงผลิตเมล็ดพันธุ์เมลอน ต.หนองโก อ.บรบือ จ.มหาสารคาม ได้ดำเนินการเก็บข้อมูลความเสถียรของอุปกรณ์ เป็นระยะเวลา 3 เดือน คือ ช่วงเดือน มิถุนายน-สิงหาคม 2565 โดยข้อมูลที่ได้จากการบันทึกของระบบจะอยู่ในรูปแบบของจำนวนครั้ง ระบบมีการส่งข้อมูลทุก ๆ 5 นาที ข้อมูลที่ได้จะมีจำนวน 288 ครั้งต่อวัน มีรายละเอียดดังแสดงใน ตารางที่ 15 และ ภาพที่ 48 จากข้อมูลพบว่าแปลงผลิตเมล็ดพันธุ์เมลอนนี้ มีค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งในการส่งข้อมูลอยู่ที่ 253.67 ครั้งต่อวัน คิดเป็น 87.96% ขณะที่ ค่าเฉลี่ยในรอบ 3 เดือน มีการส่งข้อมูลเฉลี่ย 7,769 ครั้งต่อเดือน คิดเป็น 87.96% จากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นได้ว่าตลอดระยะเวลา 3 เดือนที่มีการบันทึกข้อมูลความเสถียรของแปลงผลิตเมล็ดพันธุ์เมลอนมีอัตราการสูญหายของข้อมูลน้อยกว่า 13 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งพื้นที่นี้มีการส่งข้อมูลค่อนข้างสม่ำเสมอ

ตารางที่ 15 จำนวนครั้งในการส่งข้อมูลของอุปกรณ์ที่ติดตั้งในภาคสนาม ณ แปลงผลิตเมล็ดพันธุ์เมลอน ต.หนองโก อ.บรบือ จ.มหาสารคาม ในช่วงเดือนมิถุนายน-สิงหาคม 2565

เดือน	จำนวนครั้งของการส่งข้อมูล			
	ครั้งต่อวัน	เปอร์เซ็นต์ (%)	ครั้งต่อเดือน	เปอร์เซ็นต์ (%)
มิ.ย.	254.00	88.11	7,613.00	88.11
ก.ค.	254.00	88.07	7,863.00	88.07
ส.ค.	253.00	87.70	7,831.00	87.71
เฉลี่ย	253.67	87.96	7,769.00	87.96

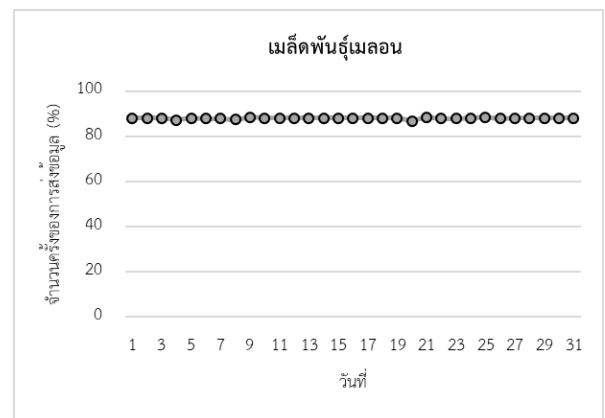
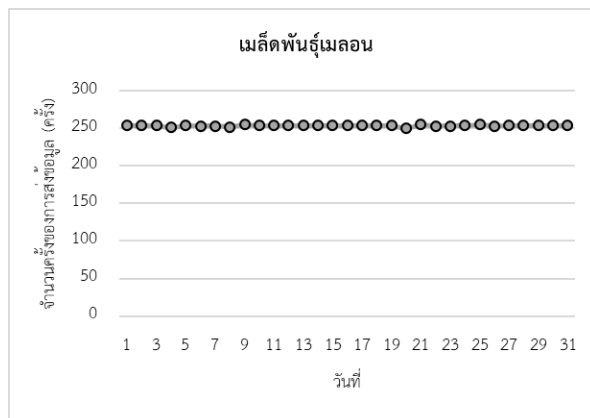
### เดือนมิถุนายน 2565



### เดือนกรกฎาคม 2565



### เดือนสิงหาคม 2565

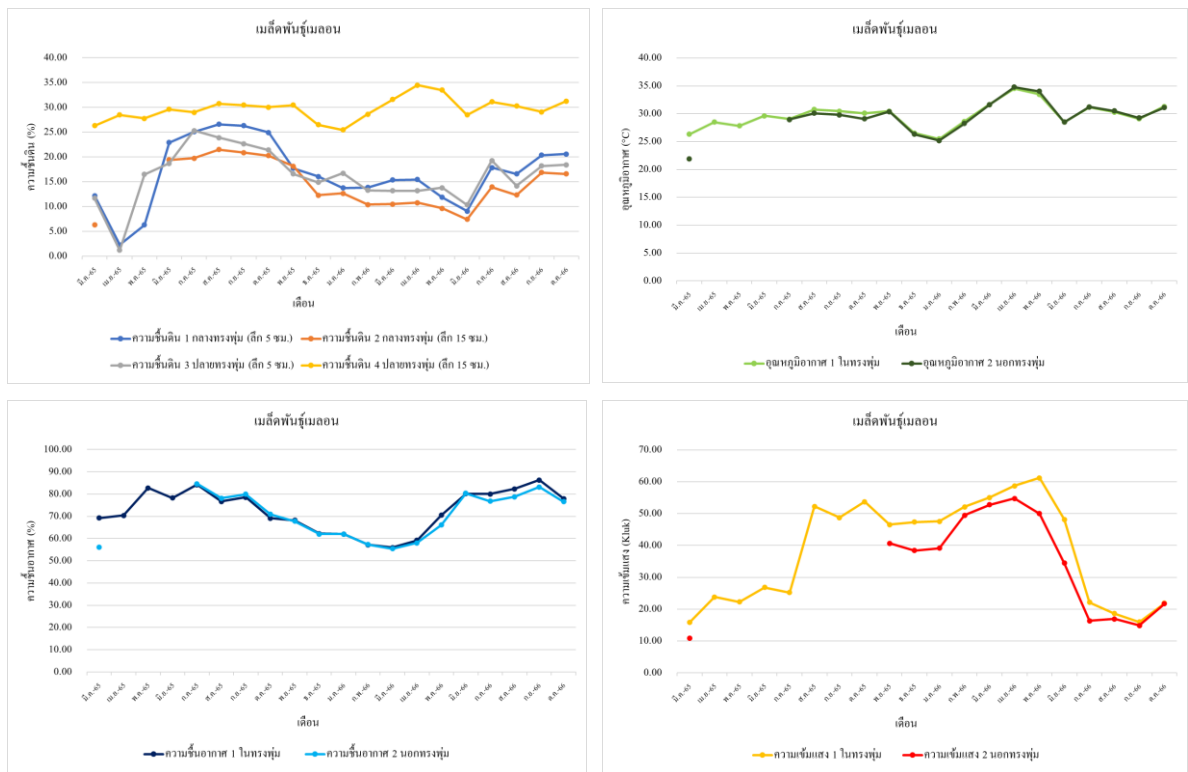


ภาพที่ 48 จำนวนครั้ง (ครั้งต่อวัน) และเปอร์เซ็นต์ (%) ในการส่งข้อมูล ณ แปลงผลิตเมลิคพันธุ์เมลอน ต.หนองโก อ.บรบือ จ.มหาสารคาม ในช่วงเดือนมิถุนายน-สิงหาคม 2565

#### 4.2) วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกของระบบปฏิบัติการ

ผลวิเคราะห์ข้อมูลสภาพอากาศที่ได้จากเซนเซอร์ภายหลังการติดตั้งระบบเพื่อทดสอบภาคสนาม ณ แปลงผลิตเมล็ดพันธุ์เมลอน ต.หนองโก อ.บรบือ ซึ่งในพื้นที่ดำเนินการแห่งนี้ประกอบด้วย เซนเซอร์วัดความชื้นดิน จำนวน 3 ชุด อุณหภูมิและความชื้นอากาศ จำนวน 2 ชุด และความเข้มแสง จำนวน 2 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

ข้อมูลจากค่าเซนเซอร์ ในช่วงเดือนมีนาคม 2565- เดือนตุลาคม 2566 พบว่า การวัดค่าความชื้นดิน 1 และ 3 เซนเซอร์สามารถอ่านค่าได้ปกติ ตลอดช่วงเดือนมีนาคม-เดือนมิถุนายน 2565 แต่ค่าที่อ่านได้มีค่าต่ำ เนื่องจากเกษตรกรมีการพักแปลงปลูก จึงไม่มีการให้น้ำในแปลง ในขณะที่การวัดค่าความชื้นดิน 2 ในช่วงเดือนมีนาคม-เดือนพฤษภาคม 2565 นั้นไม่มีการบันทึกข้อมูล เนื่องจากเกษตรกรมีการรื้อแปลงและเตรียมแปลงปลูก เพื่อให้มีการดำเนินการจัดการแปลงได้ และภายหลังการเตรียมแปลงปลูกเสร็จสิ้นจึงได้ติดตั้งกล่องเซนเซอร์ และเริ่มบันทึกข้อมูลในช่วงเดือนมิถุนายน 2565 อีกทั้ง ข้อมูลค่าอุณหภูมิและความชื้นอากาศ 2 ในช่วงเดือนเมษายน-เดือนมิถุนายน 2565 พบว่า เซนเซอร์ไม่สามารถอ่านค่าได้ เนื่องจากกล่อง Wireless module ชาร์จ สาเหตุมาจาก Yield ของวัสดุ MCU เสีย และได้ดำเนินการแก้ไขโดยการจัดหาวัสดุจาก Supplier รายใหญ่ ที่เชื่อถือได้มาใช้ นอกจากนี้ยังพบว่าในช่วงเดือนมิถุนายน-เดือนตุลาคม เซนเซอร์ความเข้มแสง 2 ไม่สามารถอ่านค่าได้ เนื่องจากเซนเซอร์ชาร์จ สันนิษฐานว่ามาจากความชื้นสะสมจากพายุในช่วงเวลาดังกล่าว ซึ่งสอดคล้องกับการสัมภาษณ์เกษตรกรที่แจ้งว่าได้เกิดน้ำท่วมในแปลงปลูกและได้รับความเสียหายอย่างหนัก ภายหลังจากเปลี่ยนเซนเซอร์ทำให้เซนเซอร์ทุกตัวสามารถกลับมาอ่านค่าได้ปกติจนถึงปัจจุบัน (ภาพที่ 49)



ภาพที่ 49 ข้อมูลสภาพอากาศจากเซนเซอร์วัดความชื้นดิน อุณหภูมิ ความชื้นอากาศ และความเข้มแสง ณ แปลงผลิตเมล็ดพันธุ์เมลอน ต.หนองโก อ.บรบือ จ.มหาสารคาม ในช่วงเดือนมีนาคม 2565-ตุลาคม 2566

### 5) วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อถอดสูตรการผลิตพืช

5.1) **หัวข้อการศึกษา:** การศึกษาการผลิตเมล็ดพันธุ์เมลอนเพื่อเปรียบเทียบการให้น้ำที่เหมาะสมด้วยระบบอัจฉริยะ (รายงานผลการวิเคราะห์ข้อมูลพืช ระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึง เดือนสิงหาคม 2566) มีรายละเอียดของการศึกษาดังภาคผนวก ข และสามารถสรุปโดยสังเขปได้ดังนี้

5.2) **วัตถุประสงค์:** เพื่อศึกษาวิธีการให้น้ำที่เหมาะสมต่อการผลิตเมล็ดพันธุ์เมลอนผ่านเทคโนโลยีการให้น้ำอัจฉริยะ

5.3) **วิธีดำเนินการวิจัย:** วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design; RCBD จำนวน 3 ซ้ำๆ ละ 120 ต้น โดยกำหนดให้มี 2 กรรมวิธี คือ กรรมวิธีที่ 1 แปลงผลิต คือ แปลงที่มีการตั้งค่าการให้น้ำตามวิถีสถิติกร ระยะเวลา 30 นาทีต่อวัน (T1) และกรรมวิธีที่ 2 แปลงสาธิต คือ แปลงที่มีการตั้งค่าการให้น้ำตามความต้องการของพืชในแต่ละระยะการเจริญเติบโตของต้นเมลอน ตั้งแต่ย้ายปลูกต้นกล้าถึงระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต (T2) และดำเนินการเก็บข้อมูลผลผลิตเพื่อนำมาทดสอบเมล็ดพันธุ์เมลอนพันธุ์ฮามิกัว เพื่อเปรียบเทียบในแต่ละกรรมวิธี

**5.4) การบันทึกข้อมูล:** บันทึกความชื้นดิน อุณหภูมิอากาศ ความชื้นอากาศ และความเข้มแสง จากนั้นนำข้อมูลการทดสอบความงอก และคุณภาพเมล็ดพันธุ์เมลอนมาวิเคราะห์ทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance: ANOVA) และเปรียบเทียบค่าความแตกต่างทางสถิติด้วยวิธี Least Significant Difference (LSD) โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์สถิติ STATISIC 10

**5.5) อภิปรายผล:** จากการศึกษาพบว่า แปลงสาธิต (T2) ทำให้เมล็ดพันธุ์เมลอนมีเปอร์เซ็นต์ความงอก ดัชนีความงอก หรือความเร็วในการงอก เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความกว้างใบ ความยาวใบ น้ำหนักสตราก น้ำหนักแห้งสตราก และน้ำหนักแห้งทั้งต้น มากกว่าแปลงผลิต (T1) อาจเนื่องมาจากการให้น้ำที่แตกต่างกันทั้งสองแปลง แม้ว่าปริมาณน้ำเฉลี่ยตั้งต้นที่ให้แก่แปลงผลิต (T1) จะอยู่ที่ 1 ลิตร/ต้น/วัน ซึ่งเป็นการให้น้ำตามความต้องการของเกษตรกร แต่เป็นการให้น้ำเพียง 1 ครั้ง/วัน และเนื่องจากดินที่ใช้ผลิตเมล็ดพันธุ์เมลอนในแปลงเกษตรกรเป็นดินทรายที่มีความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำ ทำให้น้ำมีการไหลทิ้งและเลเยปลายรากของพืชทำให้การให้น้ำด้วยวิธีดังกล่าวไม่เพียงพอต่อความต้องการของเมลอน ขณะที่การให้น้ำในแปลงสาธิต (T2) มีการให้น้ำเฉลี่ยอยู่ที่ 0.66 ลิตร/ต้น/วัน ซึ่งมาจากการคำนวณค่าการให้น้ำตามค่าการระเหยในพื้นที่ดังกล่าว นอกจากนี้ยังมีการตั้งเวลาการให้น้ำแบ่งเป็น 12 ครั้ง/วัน ด้วยระบบอัตโนมัติ เพื่อให้พืชสามารถดูดใช้น้ำได้ทันในสภาพพื้นที่ปลูกที่เป็นดินทราย จากที่กล่าวมาข้างต้นอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้คุณภาพเมล็ดพันธุ์ในแปลงผลิต (T1) ต่ำกว่าแปลงสาธิต (T2) เพราะการที่เมลอนได้รับน้ำในปริมาณที่น้อยเกินไปในระยะเวลาเจริญเติบโตทางลำต้นจะส่งผลให้การเจริญเติบโตลดลง และหากเมลอนได้รับน้ำในปริมาณที่มากหรือน้อยเกินไปในระยะออกดอกจนกระทั่งติดผล จะทำให้ปริมาณผลผลิตและคุณภาพผลผลิตลดลง (Sensoy and et. al., 2007) ซึ่งจากปริมาณผลผลิตและคุณภาพผลผลิตที่ลดลงก็จะส่งผลถึงคุณภาพของเมล็ดพันธุ์เช่นเดียวกัน ขณะที่เปอร์เซ็นต์ความงอกแปลงสาธิต (T2) ที่มีการให้น้ำในช่วง 53.32–58.24% สอดคล้องกับการทดสอบความงอกในเมลอนพันธุ์ Hirsiz Kaçiran ที่ปลูกโดยการให้น้ำที่ความจุความชื้นสนามแตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 50% 100% และ 150% พบว่าอัตราการงอกไม่มีความแตกต่างกันในการให้น้ำทั้ง 3 ระดับ (Kuzucu and Ciftci, 2022) และดัชนีความงอก หรือความเร็วในการงอกของแปลงสาธิต (T2) ที่สูงกว่าแปลงผลิต (T1) นั้น มีรายงานว่า เวลาออกเฉลี่ยต่ำสุด เกิดจากระดับการให้น้ำ 150% รองลงมาคือระดับการให้น้ำ 50% และค่าสูงสุดมาจากระดับการให้น้ำ 100% (Kuzucu and Ciftci, 2022) ซึ่งผลกระทบของความเครียดจากภาวะแล้งจะมีผลต่อเวลาการงอกเฉลี่ยโดยเมล็ดที่ได้รับภาวะแล้งจะทำให้เวลาออกเฉลี่ยสูงกว่า (Hatzig, 2018) อีกทั้งยังมีรายงานว่าเมล็ดที่เกิดจากการปลูกโดยการให้น้ำที่ความจุความชื้นสนาม 50% เมื่อผ่านการเก็บรักษาไว้ในระยะเวลาหนึ่ง และนำมาทดสอบความงอกจะมีความงอกสูงที่สุด (Kuzucu and Ciftci, 2022)

อย่างไรก็ตาม Widaryanto and et. al. (2017) รายงานว่าเมื่อเมลอนได้รับน้ำที่ความจุ ความชื้นสนาม 50% ในระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น จะส่งผลให้การเจริญเติบโตทางลำต้นลดลง เช่น จำนวนใบ ความยาวเถา พื้นที่ใบ เมื่อเปรียบเทียบกับ การได้รับน้ำที่ความจุความชื้นสนาม 75% และ 100% และ Barzegar and et. al. (2018) พบว่าการได้รับน้ำที่ระดับการคายระเหย 50% และ 75% ส่งผลให้พื้นที่ใบของเมลอนลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับเมลอนที่ได้รับน้ำที่ระดับการคายระเหย 100% แต่การเจริญเติบโตของรากจะเพิ่มขึ้น เมื่อพืชอยู่ในสภาวะขาดน้ำรากจะเจริญเติบโตที่ยังลึกลง ไปในชั้นดินที่มีความชื้นอยู่ (Udomprasert, 2015) ซึ่งการให้น้ำในการศึกษานี้พบว่าค่าความจุ ความชื้นสนามของแปลงผลิต (T1) (41.60–45.04%) มีค่าต่ำกว่าแปลงสาธิต (T2) (53.32–58.24%) จะเห็นได้ว่าการให้น้ำในแปลงสาธิต (T2) มีค่าต่ำกว่าค่าที่เหมาะสมจากการรายงาน แต่กลับพบว่าการ ให้น้ำในแปลงดังกล่าวสามารถให้เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพได้ แสดงให้เห็นว่าการให้น้ำตามความต้องการ ของพืช (T2) ควบคุมกับการให้น้ำครั้งละไม่มากแต่บ่อยครั้ง และมีความแม่นยำด้วยระบบการให้น้ำ อัจฉริยะ (ระบบควบคุมการให้น้ำโดยใช้ระบบการตรวจวัดและควบคุมแบบไร้สาย) เป็นการใช้น้ำอย่าง ประหยัดและมีประสิทธิภาพ อีกทั้งน้ำหนักสดและน้ำหนักรากของแปลงสาธิต (T2) ที่มากกว่าแปลง ผลิต (T1) ทำให้สามารถดูดซึมน้ำและสารอาหารได้ดีจึงทำให้ผลผลิตและคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ดีกว่า

แม้ว่าจะสามารถเก็บเมล็ดพันธุ์เมลอนมาทดสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ได้ แต่ไม่สามารถ เก็บข้อมูลผลผลิต และคุณภาพของผลผลิตสดได้ เพราะสภาพแวดล้อมในพื้นที่ปลูกมีความแปรปรวน ค่อนข้างสูง โดยเฉพาะในช่วงก่อนเก็บเกี่ยวผลผลิตที่พบว่ามีความชื้นในแปลงค่อนข้างสูง เนื่องจากมี ฝนตกหนักอย่างต่อเนื่อง ทำให้เกิดโรคผลเน่าระบาดในแปลงปลูกจึงไม่สามารถเก็บข้อมูลผลผลิตได้

**5.6) สรุปผล:** จากการศึกษาวิธีการให้น้ำที่เหมาะสมต่อการผลิตเมล็ดพันธุ์เมลอนผ่าน เทคโนโลยีการให้น้ำอัจฉริยะ พบว่าแปลงสาธิต (T2) ซึ่งมีการให้น้ำตามความต้องการของเมลอน ทำให้เปอร์เซ็นต์ความงอก ดัชนีความงอก เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความกว้างใบ ความยาวใบ น้ำหนัก เหง้าราก และน้ำหนักสดราก มีค่ามากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับแปลงผลิต (T1) ซึ่งมีการตั้งค่าการให้น้ำ ตามวิธีของเกษตรกร แม้ว่าการศึกษาลักษณะความสูงต้น ความยาวราก น้ำหนักเหง้า-สดของลำต้น และใบจะไม่มี ความแตกต่างกัน แต่กลับพบว่าแปลงสาธิตมีแนวโน้มสูงกว่าแปลงผลิต ซึ่งจะเห็นได้ว่าการ ให้น้ำผ่านระบบการให้น้ำอัจฉริยะ นอกจากจะให้คุณภาพเมล็ดพันธุ์ที่ดีกว่าแล้ว ยังช่วยลดการ สูญเสียน้ำที่มากเกินไปตามความต้องการของต้นเมลอน และเป็นการประหยัดน้ำเพื่อช่วยในการรับมือกับ ปัญหายุ้งแล้งที่จะเกิดขึ้นได้ในอนาคต

การลดต้นทุนในการผลิตเมล็ดพันธุ์เมลอน ณ แปลงเมล็ดพันธุ์เมลอน ตำบลบ้านหนองโก อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม มีดังนี้

5.6.1) ลดแรงงานและเวลาในการจัดการให้น้ำและปุ๋ยในช่วงระยะการเจริญเติบโตจนถึง ระยะเก็บเกี่ยว ทำให้เกษตรกรมีเวลาในการดูแลรักษาต้นพืชและจัดการในส่วนอื่นๆ ภายในแปลงปลูก

5.6.2) ประหยัดน้ำ เนื่องจากปริมาณการให้น้ำรวมตลอดฤดูปลูก 70 วัน ของแปลงที่ไม่ติดระบบการให้น้ำอัจฉริยะสูงถึง 70 ลิตร/ต้น ขณะที่แปลงที่ติดระบบการให้น้ำอัจฉริยะมีการให้น้ำเพียง 43.46 ลิตร/ต้น ทำให้สามารถประหยัดน้ำได้ถึง 26.54 ลิตร/ต้น/ปี คิดเป็นร้อยละ 37.91

### 5.7) ข้อเสนอแนะ

5.7.1) การปลูกเมลอนควรมีการให้น้ำในปริมาณที่เพียงพอและเหมาะสมตลอดระยะเวลาในการปลูก เพื่อลดการสูญเสียน้ำและลดการสิ้นเปลืองทรัพยากรน้ำในพื้นที่ รวมทั้งรักษาสภาพแวดล้อมในการปลูกให้เหมาะสมกับความต้องการของเมลอนเพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพ

5.7.2) ควรมีการให้น้ำตามค่าความชื้นดินหรือตามความต้องการของพืช เพื่อเป็นการรักษาความชื้นในดินให้มีความสม่ำเสมอ และยังเป็นการประหยัดน้ำช่วยให้สามารถรับมือกับปรากฏการณ์เอลนีโญที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ซึ่งการให้น้ำในปริมาณที่เหมาะสมตามความต้องการของพืชจะส่งผลให้มีผลผลิต และคุณภาพผลผลิตที่ดีกว่าการให้น้ำที่น้อยเกินไปหรือมากเกินไปความจำเป็น

5.7.3) ควรมีการตั้งค่าการให้น้ำแบบอัตโนมัติหลายโปรแกรมที่มีความแตกต่างกันไปเพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของพืชในแต่ละระยะการเจริญเติบโต นอกจากความต้องการน้ำของพืชจะเป็นสิ่งที่สำคัญแล้ว คุณสมบัติของดินก็เป็นตัวแปรสำคัญในการให้น้ำกับพืช เนื่องจากดินแต่ละชนิดมีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน การให้น้ำจึงต้องคำนึงถึงความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน อัตราการซึมน้ำ ปริมาณน้ำที่พืชจะนำไปใช้ได้ และความจุความชื้นสนามที่มีความแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะมีส่วนช่วยในการให้น้ำและการจัดการน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ โดยการให้น้ำตามระยะการเจริญเติบโตของการผลิตเมล็ดพันธุ์เมลอนในพื้นที่ จ. มหาสารคาม มีรายละเอียดดังตารางที่ 16 ซึ่งสามารถนำปริมาณการให้น้ำดังตารางมาปรับใช้ได้ แต่ต้องคำนึงถึงคุณสมบัติของดินและสภาพแวดล้อมในแต่ละพื้นที่ โดยอาจมีการปรับปริมาณน้ำเพิ่มขึ้นหรือลดลงตามสภาพพื้นที่ปลูกนั้น ๆ

ตารางที่ 16 ความต้องการน้ำของเมล็ดพันธุ์เมลอน ต.บ้านหนองโก อ.บรบือ จ.มหาสารคาม

ระยะการพัฒนา	ช่วงเดือน	ปริมาณน้ำจากแปลงสาธิต (L/m <sup>2</sup> /day) (T2)
ระยะการเจริญเติบโต	9-28 มิ.ย. 66	0.44
ระยะติดดอก	29 มิ.ย.-8 ก.ค. 66	0.60
ระยะการติดผลและพัฒนาผล	9 ก.ค.-2 ส.ค. 66	0.77
ระยะผลสุก-เก็บเกี่ยว	3-17 ส.ค. 66	0.63
ปริมาณน้ำเฉลี่ย (ลิตร/ต้น/วัน)		0.61
การให้น้ำรวมตลอดฤดูปลูก 70 วัน (ลิตร/ต้น)		43.46

### 6) ประเมินความพึงพอใจ และสรุปผลการใช้งานกับเกษตรกร

จากการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบต้นแบบตรวจวัดเทคโนโลยีความต้องการของพืชแบบไร้สาย ผ่านการสัมภาษณ์ นายแสวง วรกิจช์ เจ้าของและผู้ดูแลแปลงผลิตเมล็ดพันธุ์เมลอน ต. บ้านหนองโก อ.บรบือ จ.มหาสารคาม ซึ่งเป็นเกษตรกรต้นแบบภายใต้โครงการฯ พบว่า ความพึงพอใจเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 90.38 ตามรายละเอียดดังตารางที่ 17 และได้มีข้อคิดเห็น/ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการใช้งานว่า ระบบฯ สามารถตอบสนองความต้องการของเกษตรกรได้ดี ครอบคลุมการใช้งานโดยเฉพาะในเรื่องของการให้น้ำแบบแบ่งโซนซึ่งเป็นความต้องการของเกษตรกรโดยส่วนมาก และตอบโจทย์ในมุมของ Smart farm ได้เป็นอย่างดี แต่ทั้งนี้ในพื้นที่ที่ต้องการติดตั้งระบบฯ นี้ ต้องมีโครงสร้างพื้นฐานที่มีความพร้อม เช่น ความมั่นคงของระบบไฟฟ้า ระบบอินเทอร์เน็ตที่ต้องมีความเสถียร เป็นต้น แต่โดยภาพรวมแล้วข้อมูลจากระบบฯ ถือว่ามีส่วนช่วยและประโยชน์อย่างมากต่อการวางแผนและการบริหารจัดการแปลงเพื่อการผลิตเมล็ดพันธุ์เมลอนคุณภาพในรอบการผลิตต่อไป

ตารางที่ 17 แบบประเมินความพึงพอใจของเกษตรกรผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์เมลอน จ.มหาสารคาม

หัวข้อ	ลำดับที่	ประเด็น	ร้อยละระดับความพึงพอใจ
1. ด้านข้อมูล	1	ครอบคลุมตามความต้องการในการใช้งาน	100
	2	ความถูกต้องของข้อมูล	75
	3	ความสะดวกในการเรียกดูข้อมูลและสืบค้นข้อมูล	100
	4	การเข้าถึงระบบทำได้ง่ายและรวดเร็ว	75
	5	รายงานข้อมูลได้ตามต้องการ	100
2. ด้านการออกแบบ	6	เมนูใช้งานง่าย	75
	7	การจัดรูปแบบง่ายต่อการใช้งาน	100
	8	ความเร็วในการแสดงผลข้อมูล	75
	9	ข้อความสื่อความหมายชัดเจน	100
	10	ความเหมาะสมของรูปแบบการรายงานผล	75
3. ด้านการนำไปใช้งาน	11	ข้อมูลมีประโยชน์ต่อการนำไปใช้ต่อยอด	100
	12	เป็นสื่อในการเผยแพร่และประชาสัมพันธ์	100
	13	ระบบมีประสิทธิภาพในการใช้งาน	100

**4.3.5 เมล่อน:** พื้นที่ดำเนินการ คือ โรงเรือนปลูกเมล่อนผลสด สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยสวนดุสิต วิทยาเขตสุพรรณบุรี ต.โคกโคเฒ่า อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี

**1) การสำรวจความต้องการของเกษตรกร**

ชื่อเกษตรกร: นายธนากร บุญกล้า

ปัญหาที่พบ: โรคและแมลงศัตรู และต้นทุนสูง

ความต้องการเทคโนโลยี: ต้องการดูแลแนวโน้มการเกิดโรค และการบริหารจัดการปุ๋ยทางน้ำ

ความพร้อมของเกษตรกร: เปิดใจยอมรับนวัตกรรมใหม่ ๆ และพร้อมให้ความร่วมมือในการดำเนินงาน

**2) ออกแบบระบบการใช้งานอุปกรณ์ให้เหมาะสมกับพื้นที่**

การออกแบบการติดตั้งอุปกรณ์ให้เหมาะสมกับพื้นที่ในโรงเรือนปลูกเมล่อน มีผังการติดตั้งอุปกรณ์ (ภาพที่ 50) และรายละเอียดดังตารางที่ 18

**ตารางที่ 18** การออกแบบการติดตั้งอุปกรณ์ที่เหมาะสมกับโรงเรือนปลูกเมล่อนผลสด ม.สวนดุสิต

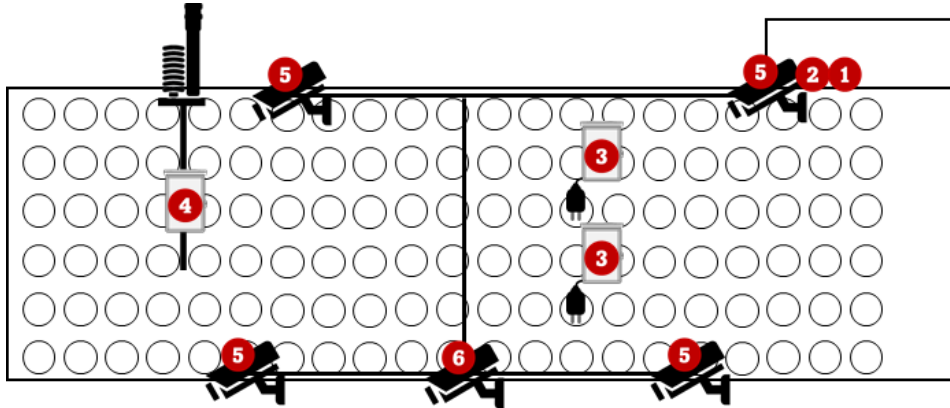
วิธีการดำเนินการวิจัย	เหตุผลในการดำเนินงาน	ผลที่คาดว่าจะได้รับ
ทดลองปลูกเมล่อน 2 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์กาเลีย (Galia) ซึ่งมีกลิ่นหอม เนื้อสีเขียว รสชาติหวานกรอบ และ พันธุ์ออเรนจ์แมน (Orange man) ซึ่งมีลายสวย เนื้อสีส้ม รสชาติหวาน	ม.สวนดุสิตได้ปลูกเมล่อนแล้ว 1 รอบการผลิตคือ พันธุ์กาเลีย และ พันธุ์ออเรนจ์แมน ซึ่งได้ผลผลิตและผลตอบรับจากตลาดที่ดี จึงจะต่อยอดองค์ความรู้เดิมมาพัฒนา Crop Requirement ของเมล่อน	สามารถพัฒนาสูตรการปลูกให้ได้ผลผลิตสูงขึ้นภายใต้การปลูกในโรงเรือน และลดการใช้สารเคมีในการป้องกันและกำจัดศัตรูพืช
ทดลองใช้วัสดุปลูก 2 ชนิด คือ มะพร้าวสับ และทรายหยาบ	ม.สวนดุสิตเคยใช้ขุยมะพร้าวและมะพร้าวสับเป็นวัสดุปลูก พบว่าวัสดุปลูกเป็นต้นทุนแปรผันที่มีมูลค่าสูง จึงต้องการทดลองเทียบกับทรายหยาบ	การใช้วัสดุปลูกที่เป็นทรายหยาบจะสามารถนำมาใช้ทดแทนวัสดุมะพร้าวสับส่งผลให้ลดต้นทุนด้านวัสดุปลูกลง
ทดลองปลูกรวม 336 ต้น พันธุ์ละ 168 ต้น แบ่งเป็นต้นที่ใช้วัสดุปลูกขุยมะพร้าว และทรายหยาบอย่างละ 84 ต้น ปลูก 8 แถวๆละ 42 ต้น ในโรงเรือน	มุ่งเน้นเพื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของ 2 พันธุ์ ในวัสดุปลูกที่แตกต่างกัน 2 ชนิด	ลดเวลาทดลองหาสูตรการปลูกลงทำให้ทราบผลทดลองในรอบการปลูกเดียวกัน ภายใต้สิ่งแวดล้อมเดียวกัน

วิธีการดำเนินการวิจัย	เหตุผลในการดำเนินงาน	ผลที่คาดว่าจะได้รับ
ติดตั้งเซ็นเซอร์วัดความชื้นดิน 4 ตัว เพื่อเปรียบเทียบการเติบโตในวัสดุปลูกที่ต่างกันของแต่ละสายพันธุ์ โดยติดที่พันธุ์กาเลียและพันธุ์ออเรนจ์แมน ที่ปลูกในมะพร้าวสับและทรายหยาบ ตำแหน่งละ 1 ตัว รวม 4 ตำแหน่ง	เพื่อควบคุมการให้น้ำในวัสดุปลูกที่แตกต่างกันในแต่ละพันธุ์	สามารถทราบค่าที่เหมาะสมของเซ็นเซอร์วัดความชื้นดินของต้นเมลอนในแต่ละวัสดุปลูก
ติดตั้งเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิความชื้นอากาศ 5 ตัว โดยติดในโรงเรือน 4 ตัว 2 ระดับ คือ หัวและท้ายโรงเรือน กลางทรงพุ่มและเหนือทรงพุ่ม รวม 4 ตำแหน่ง และติดตั้งนอกโรงเรือน 1 ตัว	เปรียบเทียบความต่างของอุณหภูมิความชื้นอากาศที่พืชได้รับในตำแหน่งต่างกัน ในโรงเรือน และเปรียบเทียบระหว่างนอกและในโรงเรือนว่าต่างกันเพียงใด จะมีผลต่อการพัฒนาของดอกและการติดผลหรือไม่	สามารถทราบค่าและตำแหน่งที่เหมาะสมของเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิความชื้นอากาศสำหรับการปลูกเมลอน
ติดตั้งเซ็นเซอร์แสง 2 ตัว โดยติดตั้งในโรงเรือนและนอกโรงเรือนตำแหน่งละ 1 ตัว	เปรียบเทียบความเข้มแสงในและนอกโรงเรือน เมื่อความต่างของความเข้มแสงเพิ่มขึ้น แสดงว่าพลาสติกหลังคาสกรปรกหรืออาจหมดอายุ	ทราบค่าความเข้มแสงที่เหมาะสมในแต่ละช่วงการเจริญเติบโต
ติดกล้อง CCTV แบบติดตั้งคงที่ 4 ชุด ที่ต้นพืชพันธุ์กาเลียและพันธุ์ออเรนจ์แมนที่ปลูกในมะพร้าวสับและทรายหยาบ ตำแหน่งละ 1 ชุด รวม 4 ชุด	เพื่อดูการเจริญเติบโตในแต่ละระยะของต้นเมลอน และเพื่อดูการเกิดโรคและแมลง	สามารถติดตามต้นเมลอนในแต่ละระยะการเติบโต รวมทั้งดูแลเรื่องโรคและแมลง หากมีสิ่งผิดปกติจะสามารถแก้ไขได้ทันเวลา
กล้อง CCTV แบบหมุน 180° ติดตั้งบริเวณหัวโรงเรือน 1 ชุด	เพื่อดูภาพรวมของงานทดลองในโรงเรือน	สามารถติดตามสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในโรงเรือนทดลองได้



### 3) การติดตั้งและทดสอบต้นแบบภาคสนามร่วมกับเกษตรกร

การติดตั้งอุปกรณ์อยู่ในเขตพื้นที่ ตำบลโคกโคเฒ่า อำเภอเมืองสุพรรณบุรี จังหวัดสุพรรณบุรี (พิกัด X: 12.855245, Y: 101.549341) โดยโรงเรือนมีขนาด 6x24 เมตร ลักษณะเป็นแบบหลังคา 2 ชั้น สามารถปลูกเมลอน 336 ต้น โดยมีแผนผังการติดตั้งระบบการให้น้ำอัตโนมัติสำหรับพืชและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องดังภาพที่ 51



ภาพที่ 51 แผนผังการติดตั้งระบบการให้น้ำอัตโนมัติสำหรับพืช และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง โดยสังเขป

#### คำอธิบายสัญลักษณ์

- 1 จุดติดตั้งอุปกรณ์อ่านค่า/ส่งข้อมูลเชื่อมต่อเซ็นเซอร์ และอุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณภาพกล้อง CCTV
  - 2 จุดติดตั้งปั้มน้ำ และตู้วงจรควบคุมปั้ม
  - 3 เซ็นเซอร์วัดความชื้นดิน 2 ระดับ คือ ระดับ 10 เซนติเมตร และ 20 เซนติเมตร
  - 4 เซ็นเซอร์วัดความชื้นในอากาศ อุณหภูมิ และความเข้มแสง
  - 5 กล้องวงจรปิด CCTV แบบมุมมองคงที่
  - 6 กล้องวงจรปิด CCTV แบบหมุน 180 องศา
- ตำแหน่งการเดินระบบไฟฟ้า 1 Phase, 220 V สำหรับระบบการให้น้ำอัตโนมัติสำหรับพืช

#### 3.1) การเตรียมพร้อมสถานที่ และระบบไฟฟ้าก่อนการติดตั้ง

เนื่องจากโรงเรือนเมลอน สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยสวนดุสิต สุพรรณบุรี มีการเดินระบบไฟฟ้าภายในโรงเรือนอยู่แล้ว แต่มีส่วนที่ต้องจ่ายไฟให้กับเซ็นเซอร์และกล้องวงจรปิด CCTV ที่ต้องเดินระบบไฟเพิ่มเติม ดังภาพที่ 52



ภาพที่ 52 ระบบไฟฟ้าไปยังตำแหน่งที่ติดตั้งเซ็นเซอร์  
และกล้องวงจรปิด CCTV ภายในแปลง

### 3.2) การติดตั้งชุดระบบการให้น้ำอัตโนมัติสำหรับพืช ประกอบด้วย

(1) วงจรควบคุมปั้มน้ำ จำนวน 1 ชุด ควบคุมปั้มน้ำขนาด 2 แรงม้า ไฟฟ้า 220V สามารถสั่ง  
ปฏิบัติงานได้ทั้งรูปแบบกำหนดเอง (Manual) และรูปแบบอัตโนมัติ (Auto) มีหลอดไฟแสดงสถานะ  
ไฟฟ้าเข้า และสถานะการทำงานของปั้มน้ำ โดยติดตั้งอยู่บริเวณจุดติดตั้งปั้มน้ำ

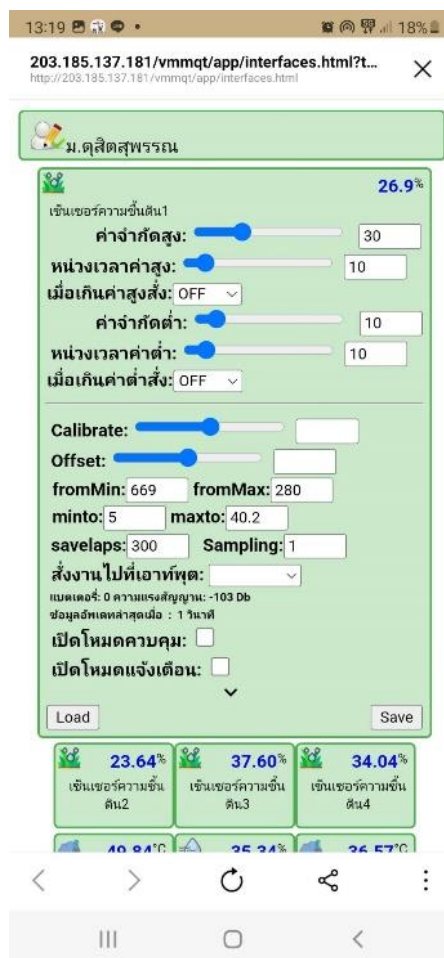
(2) อุปกรณ์อ่านค่า/ส่งข้อมูลสำหรับเชื่อมต่อเซ็นเซอร์ ทำการติดตั้งบริเวณจุดติดตั้งอุปกรณ์  
อ่านค่า/ส่งข้อมูลสำหรับเชื่อมต่อเซ็นเซอร์ โดยรับส่งข้อมูลไปบันทึกในฐานข้อมูลแบบออนไลน์โดยใช้  
โทรศัพท์มือถือ (ภาพที่ 53)



ภาพที่ 53 การติดตั้งอุปกรณ์อ่านค่า/ส่งข้อมูลสำหรับเชื่อมต่อเซ็นเซอร์

โดยอุปกรณ์อ่านค่า/ส่งข้อมูลสำหรับเชื่อมต่อเซ็นเซอร์ มีคุณสมบัติ (ภาพที่ 54) ดังนี้

- สามารถตั้งค่าควบคุมแบบออนไลน์โดยใช้โทรศัพท์มือถือเชื่อมต่อระบบกับอินเทอร์เน็ตในการสื่อสารข้อมูล ตั้งค่า Upper, Lower Limit พร้อมทั้ง ใส่ค่าหน่วยเวลาสำหรับสั่งการ Output ได้
- ใส่ค่า Offset เพื่อชดเชยค่าของเซ็นเซอร์ พร้อมทั้งตั้งค่าเพื่อใช้ Calibrate Sensor ได้
- ตั้งความถี่ในการบันทึกข้อมูลได้
- ปรับความละเอียดในการดูข้อมูล และเลือกช่วงเวลาในการดูข้อมูลได้
- กำหนดเปิด-ปิด การทำงานของ Output โดยเซ็นเซอร์ได้
- สามารถเปิด-ปิด การแจ้งเตือนผ่าน Application Line ได้ กรณีที่ค่าเซ็นเซอร์มีค่าสูงหรือต่ำกว่า พร้อมทั้งเมื่อค่ากลับมาปกติ
- แจ้งเตือนกรณีหลุดการเชื่อมต่อ ทาง Application Line
- เลือกดูข้อมูลสถิติแสดงผลค่าเซ็นเซอร์แบบกราฟและตัวเลขสถิติ



ภาพที่ 54 คุณสมบัติอุปกรณ์อ่านค่า/ส่งข้อมูลสำหรับเชื่อมต่อเซ็นเซอร์

(3) Wireless module วัดความเข้มแสง อุณหภูมิ ความชื้นอากาศ (ภาพที่ 55) และ ความชื้นดิน (ภาพที่ 56) โดยใช้ไฟฟ้า 220 V ที่สวนเตรียมไว้



ภาพที่ 55 Wireless module วัดความเข้มแสง อุณหภูมิ ความชื้นอากาศ



ภาพที่ 56 Wireless module วัดความชื้นดิน

### 3.3) การติดตั้งกล้องวงจรปิด CCTV

ดำเนินการติดตั้งกล้องวงจรปิด CCTV (ภาพที่ 57) จำนวน 5 ตัว ประกอบด้วย กล้องวงจรปิด CCTV แบบมุมมองคงที่ จำนวน 4 ตัว และกล้องวงจรปิด CCTV แบบหมุน 180 องศา จำนวน 1 ตัว โดยใช้ไฟฟ้า 220 V ที่สวนเตรียมไว้





ภาพที่ 57 การติดตั้งกล้องวงจรปิด CCTV ณ โรงเรือนปลูกเมลอนผลสด สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยสวนดุสิต จังหวัดสุพรรณบุรี และภาพการทำงานของกล้องวงจรปิด CCTV

#### 4) ข้อมูลความเสถียรของอุปกรณ์ และวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกของระบบฯ

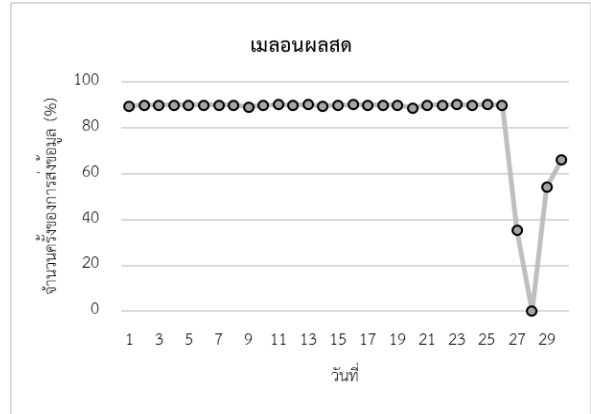
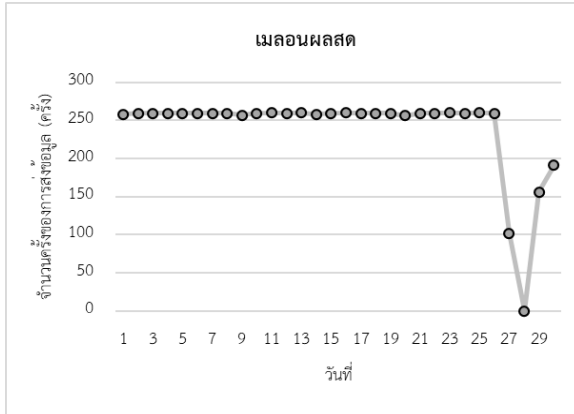
##### 4.1) ข้อมูลความเสถียรของอุปกรณ์

หลังจากติดตั้งอุปกรณ์ต้นแบบภายใต้โรงเรือนปลูกเมลอนผลสด ณ มหาวิทยาลัยสวนดุสิต วิทยาเขตสุพรรณบุรี ได้ดำเนินการเก็บข้อมูลความเสถียรของอุปกรณ์ เป็นเวลา 3 เดือน ในช่วงเดือน มิถุนายน-สิงหาคม 2565 โดยระบบมีการส่งข้อมูลทุก ๆ 5 นาที ข้อมูลที่ได้จะมีจำนวน 288 ครั้งต่อวัน รายละเอียดดังแสดงใน ตารางที่ 19 และ ภาพที่ 58 จากข้อมูลพบว่ามีค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งในการส่งข้อมูลอยู่ที่ 239.33 ครั้งต่อวัน คิดเป็น 83.14% ขณะที่ค่าเฉลี่ยในรอบ 3 เดือน มีการส่งข้อมูลเฉลี่ย 7,314.33 ครั้งต่อเดือน คิดเป็น 82.82% จะเห็นได้ว่าตลอด 3 เดือน ที่มีการบันทึกข้อมูลความเสถียรของโรงเรือนฯ มีอัตราการสูญหายของข้อมูลน้อยกว่า 18% ซึ่งเกิดจากพื้นที่ใกล้เคียงมีการก่อสร้างบ่อยครั้งทำให้มีการตัดระบบไฟฟ้าจึงทำให้เกิดข้อมูลสูญหายในช่วงเวลาที่มีการตัดระบบไฟ

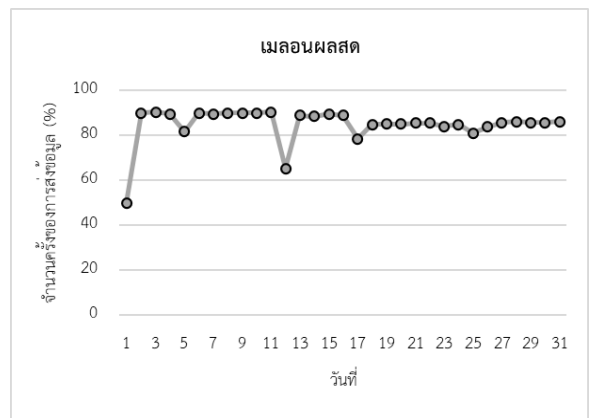
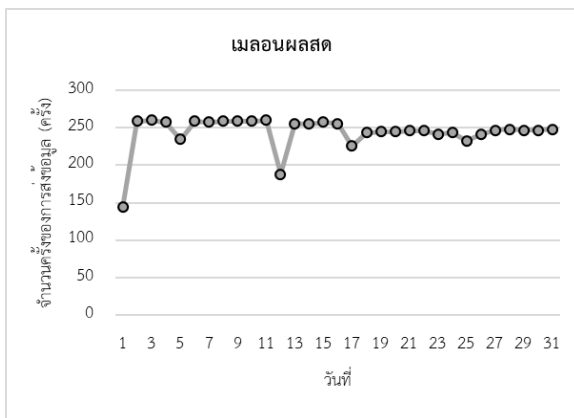
ตารางที่ 19 จำนวนครั้งในการส่งข้อมูลของอุปกรณ์ที่ติดตั้งในภาคสนาม ณ โรงเรือนปลูกเมลอนผลสด ในพื้นที่ ม.สวนดุสิต วิทยาเขตสุพรรณบุรี ในช่วงเดือนมิถุนายน-สิงหาคม 2565

เดือน	จำนวนครั้งของการส่งข้อมูล			
	ครั้งต่อวัน	เปอร์เซ็นต์ (%)	ครั้งต่อเดือน	เปอร์เซ็นต์ (%)
มิ.ย.	239.00	83.11	7,181.00	83.11
ก.ค.	248.00	85.97	7,572.00	84.81
ส.ค.	231.00	80.34	7,190.00	80.53
เฉลี่ย	239.33	83.14	7,314.33	82.82

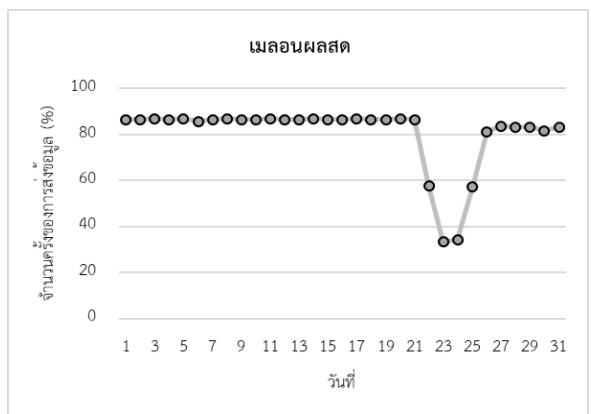
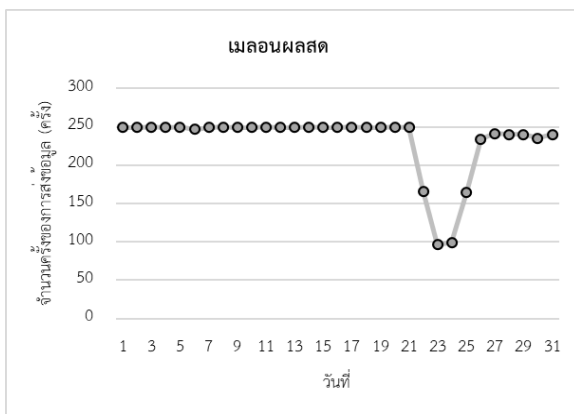
### เดือนมิถุนายน 2565



### เดือนกรกฎาคม 2565



### เดือนสิงหาคม 2565

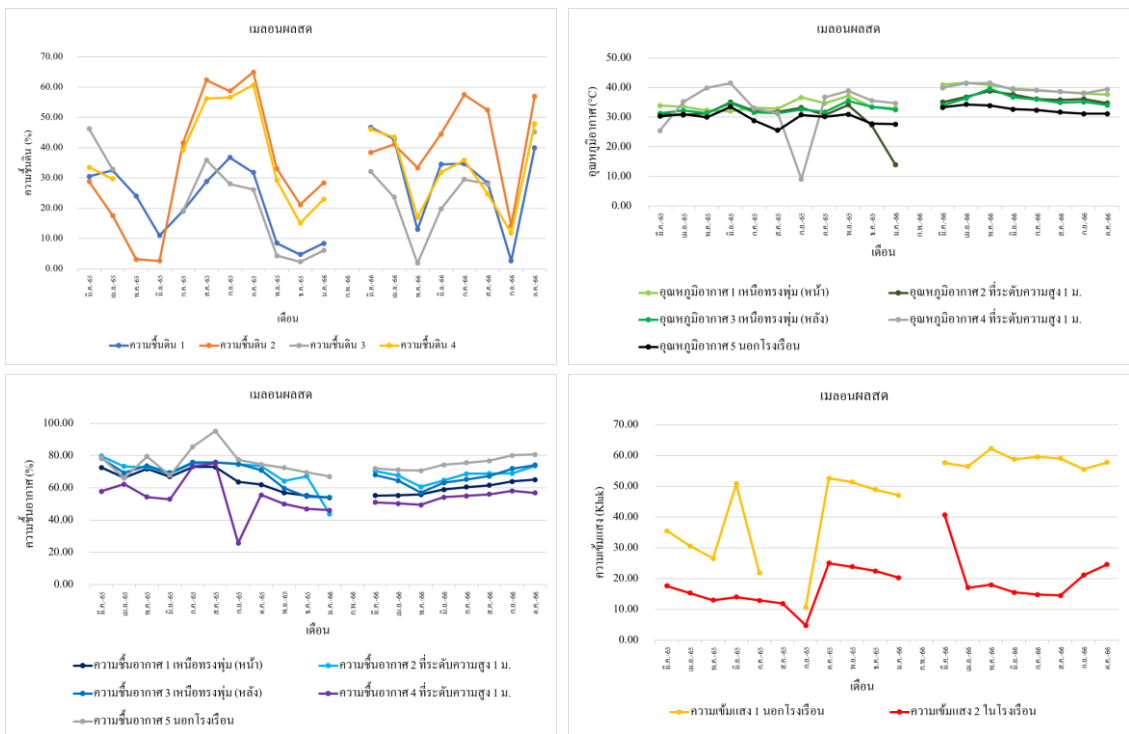


ภาพที่ 58 จำนวนครั้ง (ครั้งต่อวัน) และเปอร์เซ็นต์ (%) ในการส่งข้อมูล ณ โรงเรือนปลูกเมลอน ผลสด ม.สวนดุสิต วิทยาเขตสุพรรณบุรี ในช่วงเดือนมิถุนายน-สิงหาคม 2565

#### 4.2) วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกของระบบปฏิบัติการ

ผลวิเคราะห์ข้อมูลสภาพอากาศที่ได้จากเซนเซอร์ภายหลังการติดตั้งระบบเพื่อทดสอบภาคสนาม ณ โรงเรือนสำหรับปลูกเมลอนผลสด ในพื้นที่ ม.สวนดุสิต วิทยาเขตสุพรรณบุรี ต.โคกโคเต่า อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี ซึ่งในพื้นที่ดำเนินการแห่งนี้ ประกอบด้วย เซนเซอร์วัดความชื้นดิน จำนวน 4 ชุด อุณหภูมิและความชื้นอากาศ จำนวน 5 ชุด และความเข้มแสง จำนวน 2 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

ข้อมูลจากค่าเซนเซอร์ ในช่วงเดือนมีนาคม 2565-ตุลาคม 2566 พบว่า ในช่วงเดือนมีนาคม 2565-เดือนมิถุนายน 2565 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นอากาศ 4 ซ้ำชุด ไม่สามารถอ่านค่าได้ ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการเปลี่ยนเซนเซอร์ใหม่ อีกทั้ง ในพื้นที่แห่งนี้มีการพักโรงเรือนเพื่อเตรียมการปลูกบ่อยครั้ง ทำให้ผู้ใช้งานระบบไม่ได้ปักเซนเซอร์ดินจึงทำให้ค่าเฉลี่ยที่ได้มีค่าต่ำในบางช่วง ซึ่งผู้ใช้งานจะเริ่มกลับมาใช้เซนเซอร์ผ่านระบบอัจฉริยะในช่วงก่อนการเริ่มรอบการผลิตครั้งใหม่ นอกจากนี้ยังพบว่า เซนเซอร์วัดความเข้มแสงตัวที่ 1 ซ้ำชุด ในช่วงเดือนกลางเดือนสิงหาคม-ต้นเดือนกันยายน 2565 เนื่องจากความชื้นสะสม ซึ่งได้ดำเนินการเปลี่ยนเซนเซอร์ตัวใหม่แล้ว ขณะที่ในเดือนกุมภาพันธ์ 2566 มีการปิดระบบเพื่อปรับปรุง Server ทำให้ไม่มีการบันทึกข้อมูลในช่วงดังกล่าว ปัจจุบันเซนเซอร์ทุกตัวกลับมาทำงานได้ปกติ (ภาพที่ 59)



ภาพที่ 59 ข้อมูลสภาพอากาศจากเซนเซอร์วัดความชื้นดิน อุณหภูมิ ความชื้นอากาศ และความเข้มแสง ณ โรงเรือนปลูกเมลอนผลสด มหาวิทยาลัยสวนดุสิต วิทยาเขตสุพรรณบุรี ในช่วงเดือนมีนาคม 2565-ตุลาคม 2566

## 5) วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อถอดสูตรการผลิตพืช

5.1) **หัวข้อการศึกษา:** ความร่วมมือการปลูกเมลอนในฤดูฝน ปี 2565 ระหว่าง สท. และ ม. สวนดุสิต สุพรรณบุรี (โครงการการพัฒนาเทคโนโลยีการตรวจวัดและควบคุมแบบไร้สายสำหรับการเกษตรสมัยใหม่เพื่อเพิ่มพูนองค์ความรู้และการพัฒนาเกษตรกรอัจฉริยะ (กทปส.)) (รายงานผลการวิเคราะห์ข้อมูลพืช ระหว่างเดือนสิงหาคม-ตุลาคม 2565) มีรายละเอียดของการศึกษาดังแสดงใน **ภาคผนวก ข** และสามารถสรุปโดยสังเขปได้ดังนี้

5.2) **วัตถุประสงค์:** เพื่อศึกษาความถี่ในการให้น้ำที่เหมาะสมต่อการปลูกเมลอนภายใต้การใช้ระบบ Smart Farm และเพื่อศึกษาวัสดุปลูกที่เหมาะสมต่อการปลูกเมลอน

5.3) **วิธีดำเนินการวิจัย:** วางแผนการทดลองแบบ 2x2 Split plot in Randomized Complete Block Design จำนวน 3 ซ้ำ 240 ต้น โดยมีปัจจัยหลัก คือ ความถี่ในการให้น้ำ (ให้น้ำ 4 ครั้งต่อวัน และ 8 ครั้งต่อวัน) โดยที่ปริมาณน้ำรวมที่ให้ต่อวันนั้นเท่ากัน (ตารางที่ 1 และ 2) และปัจจัยรอง คือ วัสดุปลูก (ขุยมะพร้าวผสมมะพร้าวสับและทรายหยาบ) ประกอบด้วย 4 กรรมวิธี (Treatment) ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ให้น้ำ 4 ครั้งต่อวัน ร่วมกับใช้ทรายเป็นวัสดุปลูก

กรรมวิธีที่ 2 ให้น้ำ 4 ครั้งต่อวัน ร่วมกับใช้ขุยมะพร้าวผสมมะพร้าวสับเป็นวัสดุปลูก

กรรมวิธีที่ 3 ให้น้ำ 8 ครั้งต่อวัน ร่วมกับใช้ทรายเป็นวัสดุปลูก

กรรมวิธีที่ 4 ให้น้ำ 8 ครั้งต่อวัน ร่วมกับใช้ขุยมะพร้าวผสมมะพร้าวสับเป็นวัสดุปลูก

และดำเนินการเก็บข้อมูลการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพผลผลิตเมลอนพันธุ์กาเลีย เพื่อเปรียบเทียบกันในแต่ละกรรมวิธี

5.4) **การบันทึกข้อมูล:** ข้อมูลความชื้นดิน อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเข้มแสง จากนั้นนำข้อมูลการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพผลผลิตมาการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance: ANOVA) และเปรียบเทียบค่าความแตกต่างทางสถิติด้วยวิธี Least Significant Difference (LSD) โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์สถิติ STATISIC 10

5.5) **อภิปรายผล:** การให้น้ำ 4 ครั้งต่อวันร่วมกับการปลูกในขุยมะพร้าวผสมมะพร้าวสับ โดยใช้หัวน้ำหยดขนาด 4 ลิตร/ชั่วโมง มีความชื้นดินตั้งแต่ระยะปลูกถึงระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตอยู่ในช่วง 47.21-68.31% เฉลี่ยเท่ากับ 62.06% ซึ่งคิดเป็นค่าการให้น้ำที่ความจุความชื้นสนาม 104.13% ทำให้ต้นเมลอนมีค่าความยาวเถา เส้นผ่านศูนย์กลางเถา จำนวนใบ ความกว้างใบ ความยาวใบมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่นๆ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาผลของการจัดการการให้น้ำต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของเมลอนที่ปลูกในโรงเรือน พบว่าระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นควรให้น้ำที่ความจุความชื้นสนาม 100% เนื่องจากให้ผลที่ดีที่สุดต่อการเจริญเติบโตทางลำต้นและรากของเมลอนหลังย้ายกล้า 4 สัปดาห์ ส่งผลให้จำนวนใบ ความยาวเถา พื้นที่ใบ น้ำหนักสด-แห้ง

ส่วนเหนือดินใต้ดิน และน้ำหนักสด-แห้งส่วนใต้ดินมีค่าสูงที่สุด (ัญญสินี และคณะ, 2564) และการให้น้ำในดินโดยการรักษาระดับความชื้นให้อยู่ระหว่าง 80-99% (ปริมาณน้ำตามช่วงอายุของพืช) เหมาะสมต่อการปลูกเมลอนในโรงเรือน (เอกรัฐ และเดือนแรม, 2562) นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าการให้น้ำที่ความจุความชื้นสนาม 50% ในระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นจะส่งผลให้การเจริญเติบโตทางลำต้นลดลง เช่น จำนวนใบ ความยาวเถา พื้นที่ใบ เมื่อเปรียบเทียบกับที่ได้รับน้ำที่ความจุความชื้นสนาม 75% และ 100% (Widaryanto et al., 2017) และพบว่า การได้รับน้ำที่ระดับการคายระเหย 50% และ 75% ส่งผลให้พื้นที่ใบของเมลอนจะลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับเมลอนที่ได้รับน้ำที่ระดับการคายระเหย 100% แต่การเจริญเติบโตของรากจะเพิ่มขึ้น เมื่อพืชอยู่ในสภาวะขาดน้ำรากจะเจริญเติบโตยังลึกลงไปในชั้นดินที่มีความชื้นอยู่ (Barzegar et al., 2018) สำหรับเมลอนที่ได้รับน้ำที่มากเกินไปหรือได้รับน้ำในปริมาณที่น้อยเกินไปในระยะออกดอก จนกระทั่งติดผล จะทำให้ปริมาณผลผลิตและคุณภาพผลผลิตลดลง ขณะที่เมื่อเมลอนได้รับปริมาณน้ำที่น้อยเกินไปถึงแม้ว่าจะทำให้ปริมาณผลผลิตลดลง แต่สามารถเพิ่มปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้และเมื่อเมลอนได้รับน้ำปริมาณมากส่งผลให้น้ำหนักผลเพิ่มขึ้น แต่ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ลดลง (Udomprasert, 2015) ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ พบว่าการใช้ขุยมะพร้าวผสมมะพร้าวสับเป็นวัสดุปลูกทำให้มีค่าน้ำหนักผลผลิตเฉลี่ย ความกว้างผล ความยาวผล และความหนาเนื้อ มากกว่าการใช้ทรายเป็นวัสดุปลูก เนื่องจากขุยมะพร้าวมีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำได้ดีกว่าทราย ทำให้อากาศในดินสามารถดูดน้ำและธาตุอาหารที่ขุยมะพร้าวดูดซับน้ำและปุ๋ยที่ละลายกับน้ำไปใช้ได้ ทำให้มีน้ำหนักผล ความกว้างผล ความยาวผล และความหนาเนื้อมากกว่า อย่างไรก็ตาม การใช้วัสดุปลูกที่แตกต่างกันทั้งสองชนิดนี้ไม่มีผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า การให้น้ำ 8 ครั้งต่อวันในขุยมะพร้าวผสมมะพร้าวสับมีความชื้นดินตั้งแต่ระยะปลูกถึงระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตอยู่ในช่วง 50.40-63.05% เฉลี่ยเท่ากับ 58.49% และมีค่าการให้น้ำที่ความจุความชื้นสนามคิดเป็น 98.14% ทำให้ต้นเมลอนในระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตมีความหนาเนื้อและเปอร์เซ็นต์เนื้อสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่นๆ นอกจากนี้ยังพบว่าการให้น้ำ 4 ครั้ง และ 8 ครั้งไม่มีผลต่อน้ำหนักผลผลิต และปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้ ขณะที่มีการรายงานว่า การให้น้ำในช่วงออกดอกจนถึงเก็บเกี่ยวที่ความจุความชื้นสนาม 100% ส่งผลให้มีน้ำหนักผลสูงที่สุด แต่เมื่อได้รับน้ำที่ความจุความชื้นสนาม 75% มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้สูงที่สุด (Widaryanto et al., 2017) และยังพบว่าการได้รับน้ำที่ความจุความชื้นสนาม 100% ส่งผลให้มีน้ำหนักผลสูงที่สุด แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับความจุความชื้นสนาม 80% และเมื่อได้รับน้ำที่ความจุความชื้นสนาม 60% พบว่าเมลอนมีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้สูงที่สุด (Ahmadi-Mirabad et al., 2014) อีกทั้งการให้น้ำที่ความจุความชื้นสนาม 120% ส่งผลให้มีพื้นที่ใบ น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินและส่วนใต้ดิน และน้ำหนักผลผลิตสูงที่สุด (ัญญสินี และคณะ, 2564)

อย่างไรก็ตามการศึกษาของ Li และคณะ (2012) พบว่าการให้น้ำปริมาณน้อยลง ไม่ส่งผลให้มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงขึ้น โดยการให้น้ำที่ความจุความชื้นสนาม 65% มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้สูงกว่า การให้น้ำที่ความจุความชื้นสนาม 75%, 55% และ 45%

สำหรับความชื้นอากาศในโรงเรือน ตั้งแต่ระยะปลูกถึงระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตอยู่ในช่วง 41.22–92.61% เฉลี่ยเท่ากับ 66.92% และอุณหภูมิอากาศในเวลากลางวันอยู่ในช่วง 23.77–45.59°C เฉลี่ยเท่ากับ 34.68 °C ขณะที่อุณหภูมิอากาศในเวลากลางคืนอยู่ในช่วง 23.44–31.93 °C เฉลี่ยเท่ากับ 26.42 °C ซึ่งจากการศึกษาครั้งนี้พบว่าความชื้นในอากาศ และอุณหภูมิอากาศในเวลากลางวันในบางช่วงเวลาสอดคล้องกับการศึกษาของ เอกรัฐ และเดือนแรม (2562) ที่รายงานว่า การควบคุมความชื้นในอากาศอยู่ที่ 70–80% อุณหภูมิอากาศที่เหมาะสมสำหรับการปลูกเมลอนอยู่ที่ 25–30°C ในเวลากลางวัน และ 18–20 °C ในเวลากลางคืน ทำให้การปลูกเมลอนในช่วงเดือนสิงหาคม–ตุลาคม 2565 ที่มหาวิทยาลัยสวนดุสิต สุพรรณบุรี สามารถติดดอกและติดผลได้ อย่างไรก็ตามความชื้นในอากาศบางช่วงเวลามีค่าสูงถึง 90% และตรงกับช่วงที่มีฝนตกชุก การที่ความชื้นในอากาศสูงจะส่งผลให้พืชมีอัตราการคายน้ำต่ำ พืชจะมีการดูดใช้ธาตุอาหารต่ำเช่นกัน (นิพนธ์, 2544) ทำให้ขนาดผลของเมลอนในฤดูกาลนี้มีเปอร์เซ็นต์ผลขนาดเล็กค่อนข้างมาก ซึ่งอาจเป็นผลเนื่องมาจากความสามารถในการดูดใช้ธาตุอาหารต่ำ อีกทั้งความชื้นในอากาศที่สูง ทำให้มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่ำอีกด้วย (Whitaker and Davis, 1962) อย่างไรก็ตามปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในการศึกษาครั้งนี้มีค่าอยู่ในช่วง 14–15 °Brix ซึ่งตรงตามลักษณะประจำพันธุ์ของเมลอนพันธุ์กาเลียที่มีค่าประมาณ 14–17 °Brix (ศุภิศรชา และคณะ, 2563)

สำหรับความเข้มแสง ในช่วงเดือนสิงหาคม–ตุลาคม 2565 มีความเข้มแสงอยู่ในช่วง 5.90–35.80 Klux หรือที่ 109.26–662.96 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที ( $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในพืชตระกูลแตงที่ต้องการรังสีที่พืชใช้ในการสังเคราะห์แสง (Photosynthetically active radiation, PAR) อย่างน้อย 250  $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$  ถ้าพืชเมลอนได้รับแสงในระดับต่ำกว่าระดับนี้ จะส่งผลให้ผลผลิตลดลง (NSW Department of Industry, n.d.)

**5.6) สรุปผล:** จากการศึกษาการปลูกเมลอนในความถี่ของการให้น้ำและวัสดุปลูกที่แตกต่างกันภายใต้สภาพโรงเรือน พบว่า การให้น้ำในความถี่จำนวน 4 ครั้งต่อวันร่วมกับการปลูกในขุยมะพร้าวผสมมะพร้าวสับ ทำให้ต้นเมลอนมีค่าความยาวเถา เส้นผ่านศูนย์กลางเถา จำนวนใบ ความกว้างใบ ความยาวใบ ความกว้างผล ความยาวผล และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักผลผลิตที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่นๆ และการให้น้ำความถี่จำนวน 8 ครั้งต่อวันร่วมกับการปลูกในขุยมะพร้าวผสมมะพร้าวสับ ทำให้ต้นเมลอนในระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตมีค่าความหนาเนื้อและเปอร์เซ็นต์เนื้อสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่นๆ

การลดต้นทุนในการผลิตเมลอนผลสด ณ โรงเรือนอัจฉริยะ มหาวิทยาลัยสวนดุสิต วิทยาเขตสุพรรณบุรี คือ ช่วยในการลดค่าแรงงานในการจัดการให้น้ำและปุ๋ยตั้งแต่ช่วงระยะการเจริญเติบโตจนถึงระยะเก็บเกี่ยวได้ประมาณ 75% โดยลดจากเดิม 56 เหลือเพียง 14 คน-ชั่วโมง (man-hour) ทำให้มีเวลาในการดูแลรักษาต้นพืชและจัดการในส่วนอื่นๆ ภายในโรงเรือน เมื่อผู้ปลูกไม่สามารถอยู่ดูแลการปลูกในโรงเรือนเป็นเวลาหลายวัน ผู้ปลูกยังสามารถจัดการโรงเรือนผ่านระบบการตรวจวัดและควบคุมแบบไร้สาย โดยการตั้งค่าให้น้ำและปุ๋ยด้วยระบบอัตโนมัติ ทำให้ผู้ปลูกสามารถจัดการธุระในเรื่องอื่น ๆ ที่อยู่ต่างพื้นที่ได้และลดความเสี่ยงในการเกิดความเสียหายแก่ผลผลิตพืช เนื่องจากสามารถควบคุมการให้น้ำตามความต้องการของพืชและควบคุมสภาพแวดล้อมให้ใกล้เคียงกับสภาพที่เหมาะสมกับการปลูกเมลอนภายในโรงเรือน

### 5.7) ข้อเสนอแนะ

5.7.1) เกษตรกรหรือผู้ที่สนใจสามารถนำวิธีการจัดการสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับการผลิตเมลอนผลสดในโรงเรือนไปปรับใช้ในการปลูกได้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

5.7.1.1) ความชื้นของวัสดุปลูก ควรมีการให้น้ำที่ความจุความชื้นสนาม 100% หากพบว่าความชื้นของวัสดุปลูกมีค่าต่ำหรือสูงเกินกว่าค่าที่เหมาะสม สามารถตั้งค่าการให้น้ำผ่านระบบการให้น้ำอัจฉริยะเพื่อควบคุมความชื้นดินให้ใกล้เคียงกับช่วงที่เหมาะสมได้ ซึ่งหากใช้ขุยมะพร้าวผสมมะพร้าวสับเป็นวัสดุปลูกควรให้น้ำในปริมาณที่จำนวน 4 ครั้งต่อวัน โดยมีความชื้นตั้งแต่ระยะปลูกถึงระยะเก็บเกี่ยวอยู่ในช่วง 47.21–68.31% เฉลี่ยเท่ากับ 62.06% คิดเป็นค่าความจุความชื้นสนาม 104.13% ซึ่งใกล้เคียงกับความชื้นความจุความชื้นสนามที่เหมาะสม

5.7.1.2) ความชื้นอากาศภายในโรงเรือน ควรควบคุมให้อยู่ในช่วง 70–80% ถ้าภายในโรงเรือนมีความชื้นอากาศสูงเกินไป สามารถตั้งค่าการทำงานของพัดลมให้ระบายความชื้นออกไปจากโรงเรือนได้ ซึ่งสอดคล้องกับการปลูกเมลอนภายในโรงเรือนอัจฉริยะ ณ มหาวิทยาลัยสวนดุสิต ที่สามารถควบคุมความชื้นอากาศตั้งแต่ระยะปลูกถึงระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตอยู่ในช่วง 41.22–92.61% เฉลี่ยเท่ากับ 66.92% ซึ่งใกล้เคียงกับความชื้นอากาศที่เหมาะสม

5.7.1.3) อุณหภูมิอากาศภายในโรงเรือน ช่วงเวลากลางวันควรควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในช่วง 25–30 °C และช่วงเวลากลางคืน 18–20 °C ซึ่งหากในช่วงกลางวันมีอุณหภูมิอากาศสูงเกิน 30°C สามารถตั้งค่าพัดลมระบายอากาศเพื่อช่วยลดอุณหภูมิภายในโรงเรือน โดยพัดลมจะช่วยให้อากาศในโรงเรือนหมุนเวียน นอกจากจะช่วยลดความร้อนในโรงเรือนแล้ว การหมุนเวียนของอากาศยังสามารถช่วยลดความชื้นในโรงเรือนได้อีกด้วย นอกจากนี้ยังสามารถตั้งค่าสเปร์ย์หมอกเพื่อลดความร้อนและลดอุณหภูมิอากาศภายในโรงเรือนลงได้ ซึ่งอุณหภูมิอากาศ ณ โรงเรือนอัจฉริยะ มหาวิทยาลัยสวนดุสิต ในเวลากลางวันอยู่ในช่วง 23.77–45.59 °C เฉลี่ยเท่ากับ 34.68 °C และในเวลากลางคืนอยู่ในช่วง 23.44–31.93 °C เฉลี่ยเท่ากับ 26.42 °C ซึ่งผู้วิจัยพยายามควบคุมอุณหภูมิ

อากาศให้มีความใกล้เคียงกับค่าที่เหมาะสม อย่างไรก็ตามการควบคุมสภาพอากาศให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมในแต่ละวันเป็นเรื่องที่ทำหาย เนื่องจากสภาพแวดล้อมมีความแปรปรวนอยู่ตลอดเวลา

5.7.1.4) ความเข้มแสงที่เหมาะสมต่อพืชตระกูลแตงควรมีค่าอย่างน้อย  $250 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$  โดยการปลูกเมลอนภายในโรงเรือนอัจฉริยะสามารถเปิด-ปิดม่านพรางแสงได้ หากมีความเข้มแสงที่มากเกินไปความต้องการของพืช

#### 6) ประเมินความพึงพอใจ และสรุปผลการใช้งานกับเกษตรกร

จากการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบต้นแบบตรวจวัดเทคโนโลยีความต้องการพืชแบบไร้สาย ผ่านการสัมภาษณ์ นายธนากร บุญกล้า เจ้าหน้าที่ของสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยสวนดุสิต ซึ่งเป็นแปลงผลิตเมลอนคุณภาพภายใต้โครงการฯพบว่า ความพึงพอใจเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 94.23 ตามรายละเอียดดังตารางที่ 20 และได้มีข้อคิดเห็น/ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการใช้งานว่า ระบบฯสามารถใช้เพื่อวางแผนการปลูกได้เป็นอย่างดี ซึ่งหากหน่วยงานมีเกี่ยวข้องกับภาคการเกษตรมีการนำค่าข้อมูลจากเซนเซอร์ต่างๆมาประยุกต์ใช้ร่วมกับการจัดการการปลูกพืชตามหลักวิชาการ ระบบฯนี้จะช่วยให้เกษตรกรลดความเสี่ยงในการปลูกพืชลงอย่างมาก เนื่องจากสามารถพยากรณ์สภาพแวดล้อมที่มีผลกับการปลูกและเลือกวิธีการปฏิบัติเพื่อลดความสูญเสียได้อย่างทันท่วงที ตัวอย่างเช่น ในช่วงที่พบว่าความชื้นอากาศในโรงเรือนปลูกพืชมีค่าต่ำ ควรเพิ่มความชื้นในโรงเรือน (อาจใช้สเปรย์หมอก หรือ การพ่นน้ำเข้าช่วย) หรือการเพิ่มการให้น้ำในวัสดุปลูก ก็จะช่วยลดการระบาศของเปลือกไฟและแมลงหริ้วขาวลงได้ระดับหนึ่ง เป็นต้น แต่ทั้งนี้ก็มีข้อเสนอแนะว่า คณะทำงานฯควรพัฒนาต่อยอดระบบปฏิบัติการจากเดิมที่อยู่ในรูปแบบ Web-based ให้มาอยู่ในรูปแบบของ Application ก็จะเพิ่มความสะดวกในการใช้งานแก่เกษตรกรต่อไปในอนาคต

ตารางที่ 20 แบบประเมินความพึงพอใจของเกษตรกรผู้ปลูกเมลอนผลสด มหาวิทยาลัยสวนดุสิต วิทยาเขตสุพรรณบุรี ต.โคกโคเฒ่า อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี

หัวข้อ	ลำดับที่	ประเด็น	ร้อยละความพึงพอใจ
1. ด้านข้อมูล	1	ครอบคลุมตามความต้องการในการใช้งาน	100
	2	ความถูกต้องของข้อมูล	100
	3	ความสะดวกในการเรียกดูข้อมูลและสืบค้นข้อมูล	100
	4	การเข้าถึงระบบทำได้ง่ายและรวดเร็ว	75
	5	รายงานข้อมูลได้ตามต้องการ	100
2. ด้านการออกแบบ	6	เมนูใช้งานง่าย	100

หัวข้อ	ลำดับที่	ประเด็น	ร้อยละความพึงพอใจ
	7	การจัดรูปแบบง่ายต่อการใช้งาน	100
	8	ความเร็วในการแสดงผลข้อมูล	75
	9	ข้อความสื่อความหมายชัดเจน	100
	10	ความเหมาะสมของรูปแบบการรายงานผล	100
3. ด้านการนำไปใช้งาน	11	ข้อมูลมีประโยชน์ต่อการนำไปใช้ต่อยอด	100
	12	เป็นสื่อในการเผยแพร่และประชาสัมพันธ์	100
	13	ระบบมีประสิทธิภาพในการทำงาน	75

#### 4.4) การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการร่วมกับ Smart farmer เผยแพร่ความรู้แก่เกษตรกรรายอื่นที่สนใจ

ภายใต้ “โครงการการพัฒนาเทคโนโลยีการตรวจวัดและควบคุมแบบไร้สายสำหรับการเกษตรสมัยใหม่ เพื่อเพิ่มพูนองค์ความรู้ และการพัฒนาเกษตรกรอัจฉริยะ” นี้ ได้มีการอบรมการใช้งานระบบ Wireless Sensors ให้แก่เกษตรกรแกนนำทั้ง 5 พื้นที่เป้าหมาย นอกจากนี้ยังได้มีการจัดทำหลักสูตรการอบรมรวม 5 หลักสูตร ประกอบด้วยหลักสูตรการออกแบบระบบให้น้ำพืชในแปลงเปิดและในโรงเรือน หลักสูตรการใช้เทคโนโลยีการตรวจวัดและควบคุมแบบไร้สายสำหรับการควบคุมการผลิตพืชและลดความเสียหายที่เกิดขึ้นกับผลผลิต หลักสูตรเทคนิคการจัดการการผลิตมะเขือเทศและเมลอนผลสดแบบครบวงจรให้ได้คุณภาพ ดังรายละเอียดในภาคผนวก ค และได้นำหลักสูตรดังกล่าวไปจัดอบรมเชิงปฏิบัติการรวม 13 ครั้ง เพื่อถ่ายทอดความรู้ให้แก่เกษตรกรแกนนำและเกษตรกรทั่วไปที่มีความสนใจในระบบและพืชเป้าหมาย รวมทั้งสิ้นจำนวน 814 คน ดังสรุปในตารางที่ 21 และมีข้อมูลโดยสังเขปของแต่ละการอบรมดังแสดงในหัวข้อ 4.4.1-4.4.14 (สำหรับข้อมูลโดยละเอียดแสดงในภาคผนวก ง)

ตารางที่ 21 สรุปรวมกิจกรรมการอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อถ่ายทอดความรู้ให้แก่เกษตรกรแกนนำ และเกษตรกรทั่วไปตลอดระยะเวลาโครงการ

การอบรมเชิงปฏิบัติการ	วันที่	สถานที่	จำนวน (คน)	ร้อยละความพึงพอใจของผู้ร่วมงาน
1. การใช้งานระบบเทคโนโลยี การตรวจวัดความต้องการของพืชแบบไร้สาย สำหรับเกษตรกรแกนนำใน 5 พื้นที่เป้าหมาย	13 มิ.ย. 2565	สวนทุเรียนบัวแก้ว ต.วังจันทร์ อ.วังจันทร์ จ.ระยอง	1	-
	5 พ.ค., 15 มิ.ย. 2565	สวนลำไย ต.แม่ทองพระ อ.แม่แตง จ.เชียงใหม่ (ผ่านระบบออนไลน์)	1	-
	10 และ 17 มิ.ย. 2565	แปลงผลิตเมล็ดพันธุ์เมลอน ต.หนองโก อ.บรบือ จ.มหาสารคาม (ผ่านระบบออนไลน์)	1	-
	30 พ.ค. 2565	โรงเรือนอัจฉริยะ AGRITEC Station สวทช. ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี	1	-
	22 มิ.ย. 2565	โรงเรือนปลูกเมลอนผลสด ณ มหาวิทยาลัยสวนดุสิต วิทยาเขตสุพรรณบุรี ต.โคกโคเต่า อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี	1	-
2. กิจกรรมจัดงานวันถ่ายทอดความรู้ลำไย (Field day)	24 ก.พ. 2565	ศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร (ศูนย์เครือข่าย) แปลงลำไยนายสมมิตร บุญนาค จังหวัดเชียงใหม่	94	88.64
3. การปลูกมะเขือเทศแบบครบวงจรให้ได้คุณภาพ	7-8 มี.ค. และ 14- 15 มี.ค.	ในรูปแบบออนไลน์ วันที่ 7-8 มี.ค. 2565 และ On-site ณ AGRITEC Station สวทช. วันที่	152	97.22

การอบรมเชิงปฏิบัติการ	วันที่	สถานที่	จำนวน (คน)	ร้อยละความ พึงพอใจของ ผู้ร่วมงาน
	2565	14-15 มีนาคม 2565 ซึ่งเป็น หลักสูตรต่อเนื่อง		
4. การใช้เทคโนโลยีระบบวัด ความต้องการของพืช แบบไร้สายเพื่อการผลิต ลำไยให้ได้คุณภาพ	26 พ.ค. 2565	ณ ศูนย์เรียนรู้การเพิ่ม ประสิทธิภาพการผลิตสินค้า เกษตร (ศูนย์เครือข่าย) แปลง ลำไย นายสมมิตร บุญนาค ต.แม่ หอพระ อ.แม่แตง จ.เชียงใหม่	43	89.42
5. การออกแบบระบบน้ำ เพื่อการเกษตรเบื้องต้น	31 ต.ค. 2565	อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย จังหวัดปทุมธานี	48	93.06
6. การบริหารจัดการน้ำที่ เหมาะสมตามความ ต้องการของพืชไร่	23 ธ.ค. 2565	แปลงวิจัยและทดสอบพืช คณะ เกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัย เชียงใหม่	32	97.22
7. การออกแบบระบบน้ำ เพื่อการเกษตรเบื้องต้น	31 ม.ค. 2566	อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย จังหวัดปทุมธานี	45	92.59
8. การออกแบบระบบน้ำ เพื่อการเกษตรเบื้องต้น	24 ก.พ. 2566	อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย จังหวัดปทุมธานี	42	93.18
9. การบริหารจัดการแปลง และการผลิตลำไย คุณภาพด้วยระบบ Wireless Sensor	4 ก.ค. 2566	ศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพ การผลิตสินค้าเกษตร (ศูนย์ เครือข่าย) แปลงลำไยนายสมมิตร บุญนาค จังหวัดเชียงใหม่	126	85.29
10. การปลูกเมลอนให้กับ เครือข่าย Mini Farm และ การออกแบบวางระบบน้ำ เบื้องต้นที่เหมาะสมกับ ความต้องการของพืช ร่วมกับเทคโนโลยีเกษตร อัจฉริยะ ระบบ Wireless Sensor	6 ต.ค. 2566	มหาวิทยาลัยสวนดุสิต วิทยาเขตสุพรรณบุรี	32	93.52

การอบรมเชิงปฏิบัติการ	วันที่	สถานที่	จำนวน (คน)	ร้อยละความ พึงพอใจของ ผู้ร่วมงาน
11. การออกแบบวางระบบ น้ำเบื้องต้นที่เหมาะสมกับ ความต้องการของพืช ร่วมกับเทคโนโลยีเกษตร อัจฉริยะ ระบบ Wireless Sensor	31 ต.ค. 2566	ศูนย์เกษตรเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ พันธุ์พืช ตำบลวังไชย อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม	47	97.62
12. การใช้น้ำอย่างรู้คุณค่า สำหรับเกษตรกร โครงการส่งเสริมการเพิ่ม ประสิทธิภาพการใช้น้ำใน ระดับไร่นา ปี 2567	22 พ.ย. 2566	คูโบต้าฟาร์ม ตำบลหนองอิรุณ อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี	55	87.24
13. การใช้น้ำอย่างรู้คุณค่า สำหรับเกษตรกรโครงการ ส่งเสริมการเพิ่ม ประสิทธิภาพการใช้น้ำใน ระดับไร่นา ปี 2567	24 พ.ย. 2566	สวนบัวแก้ว ตำบลวังจันทร์ อำเภอวังจันทร์ จังหวัดระยอง	67	84.44
14. Smart Farming Smart Branding: คิดสร้างขาย	30 พ.ย., 1 ธ.ค. 2566	อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย จังหวัดปทุมธานี	26	100.00

4.4.1) การใช้งานระบบเทคโนโลยีการตรวจวัดความต้องการของพืชแบบไร้สาย หลังจากที่เกษตรกรใน 5 พื้นที่ ได้รับการคัดเลือกเข้าร่วมโครงการแล้ว ต่อมาจึงได้จัดการอบรมให้ความรู้แก่เกษตรกรดังกล่าว เพื่อพัฒนาองค์ความรู้ด้านการใช้งานระบบเทคโนโลยีการตรวจวัดความต้องการของพืชแบบไร้สาย โดยผ่านกลไกการอบรมทั้งแบบ online และ on site เพื่อให้เกษตรกรเข้าใจและสามารถนำไปปรับใช้ระบบฯ ร่วมกับการจัดการแปลงของตนเองได้ โดยจุดประสงค์ของการอบรมฯ มีดังนี้

- เพื่อให้เกษตรกรเข้าใจภาพรวมและองค์ประกอบต่างๆ ของระบบเทคโนโลยีการตรวจวัดความต้องการของพืชแบบไร้สาย
- เพื่อให้เกษตรกรมีความรู้ความเข้าใจและสามารถใช้งานระบบเทคโนโลยีการตรวจวัดความต้องการของพืชแบบไร้สาย ได้ตาม Function ต่างๆ ที่มี เช่น การใช้งานแบบ Manual (กดใช้งานที่หน้าตู้) การใช้งานแบบตั้งเวลา Timer การควบคุมการใช้งานด้วยเซนเซอร์ (ผ่าน Smart Phone) และ การใช้งานผ่าน Application ทาง Smart Phone (Auto)
- เกษตรกรมีความเข้าใจ และสามารถแก้ไขปัญหาเบื้องต้นของอุปกรณ์ (Troubleshooting) เพื่อให้ระบบเทคโนโลยีการตรวจวัดความต้องการของพืชแบบไร้สายสามารถกลับมาใช้งานได้เป็นปกติและทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ
- สร้างแนวคิดให้เกษตรกรเห็นถึงประโยชน์ของข้อมูลสภาพแวดล้อมที่ได้จากเซนเซอร์ต่างๆในระบบเทคโนโลยีการตรวจวัดความต้องการของพืชแบบไร้สายและสามารถนำข้อมูลดังกล่าวมาปรับประยุกต์ใช้ร่วมกับข้อมูลสภาพอากาศเพื่อใช้ในการบริหารจัดการแปลงของตนให้เกิดประโยชน์สูงสุด

**เกษตรกรรายที่ 1:** นายสมบุรณ์ งามเสงี่ยม: เกษตรกรผู้ปลูกทุเรียน สวนทุเรียนบัวแก้ว ต.วังจันทร์ อ.วังจันทร์ จ.ระยอง

**ดำเนินการอบรม:** วันที่ 13 มิถุนายน 2565 ณ สวนทุเรียนบัวแก้ว ต.วังจันทร์ อ.วังจันทร์ จ.ระยอง (ภาพที่ 60)

**ผลการอบรม:** เกษตรกรมีความรู้ ความเข้าใจในการใช้ระบบเทคโนโลยีการตรวจวัดความต้องการของพืชแบบไร้สายเป็นอย่างดี สามารถประยุกต์ใช้ข้อมูลเซนเซอร์ต่างๆเข้ากับข้อมูลสภาพแวดล้อมและนำมาปรับเข้ากับวิธีการทำการเกษตรแบบของตนเอง นอกจากนี้คุณสมบุรณ์ งามเสงี่ยม ยังได้ส่งข้อมูลความชื้นและอุณหภูมิซึ่งได้จากระบบในช่วงเวลาต่าง ๆ ให้แก่เกษตรกรในกลุ่มปรับปรุงคุณภาพทุเรียนวังจันทร์ที่ตนเองเป็นสมาชิกอยู่ได้รับทราบ โดยผ่านช่องทางสื่อสารในกลุ่ม line เพื่อเป็นข้อมูลให้เกษตรกรท่านอื่นสามารถนำไปบริหารจัดการกับสวนทุเรียนของตนเองได้ ทำให้ผลทุเรียนมีน้ำหนักต่อลูกเพิ่มมากขึ้น ทรงสวยขึ้น ช่วยเพิ่มราคาขายได้

นอกจากนี้ คุณสมบุรณ์ งามเสงี่ยม เป็นเกษตรกรที่มีความเข้าใจในระบบเทคโนโลยีการตรวจวัดความต้องการของพืชแบบไร้สายอย่างดียิ่ง สามารถอธิบายส่วนประกอบของเทคโนโลยีได้ มีความเข้าใจในการใช้งาน รวมถึงการประเมินหาสาเหตุกรณีที่เทคโนโลยีไม่สามารถใช้งานได้เป็นปกติ ตลอดจนการแก้ไขปัญหาเบื้องต้น (Troubleshooting) เพื่อให้ระบบเทคโนโลยีการตรวจวัดความ

ต้องการของพีชแบบไร้สายกลับมาใช้งานได้เป็นปกติ หลังจากได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีระบบเทคโนโลยีการตรวจวัดความต้องการของพีชแบบไร้สาย คุณสมบุรณ์ ได้รับการคัดเลือกเป็น “คนต้นแบบ เกษตรกรยุคใหม่ในพื้นที่ EEC” และได้เผยแพร่องค์ความรู้ลงสื่อสังคมออนไลน์ ผ่าน YouTube (อ้างอิง <https://m.youtube.com/watch?v=wuglfUfziXQ>) (ภาพที่ 61)



ภาพที่ 60 การอบรมเชิงปฏิบัติการ นายสมบุรณ์ งามเสงี่ยม ณ วันที่ 13 มิถุนายน 2565 ณ สวนทุเรียนบัวแก้ว ต.วังจันทร์ อ.วังจันทร์ จ.ระยอง



ภาพที่ 61 คุณสมบุรณ์ งามเสงี่ยม ได้รับการคัดเลือกเป็น “คนต้นแบบ เกษตรกรยุคใหม่ในพื้นที่ EEC” และได้เผยแพร่องค์ความรู้ลงสื่อสังคมออนไลน์ ผ่าน YouTube

**เกษตรกรรายที่ 2:** นายสมมิตร บุญนาค: ผู้ปลูกลำไย ต.แม่หอพระ อ.แม่แตง จ.เชียงใหม่

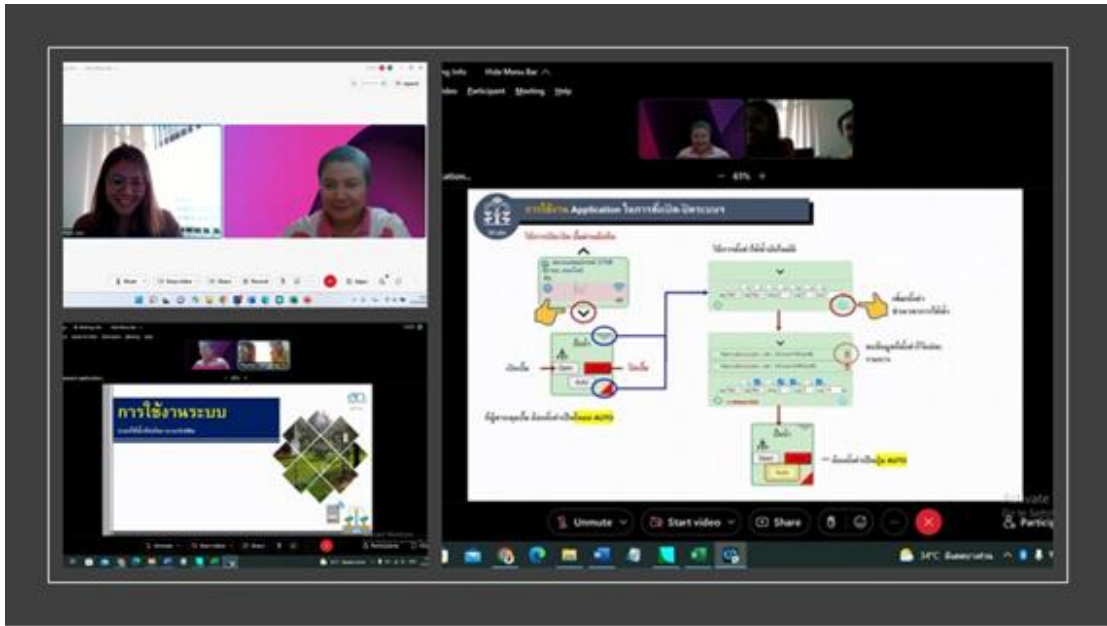
**ประชุมเตรียมงาน:** วันที่ 5 พ.ค. 2565 online ผ่านระบบ Webex meeting (ภาพที่ 62)

**ดำเนินการอบรม:** วันที่ 15 มิ.ย. 2565 online ผ่านระบบ Webex meeting (ภาพที่ 63)

**ผลการอบรม :** อบรมผ่านระบบ Webex meeting ให้กับนางสาวเกศรินทร์ บุญนาค (บุตรสาว) โดยเกษตรกรมีความเข้าใจในภาพรวมและการใช้งานระบบฯ ได้เป็นอย่างดี รวมถึงสามารถแก้ไขปัญหาเบื้องต้น (Troubleshooting) เพื่อให้อุปกรณ์สามารถกลับมาใช้งานได้เป็นปกติและทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ เนื่องจากพื้นที่ดำเนินการในจุดนี้ค่อนข้างมีข้อจำกัดของสัญญาณ Internet ส่งผลให้ข้อมูลจากเซนเซอร์ที่จะเข้าสู่ Server ในบางครั้งเกิดความล่าช้า คณะทำงานได้ปรับแก้ไขในข้อจำกัดจุดนี้ โดยการเพิ่มความสูงของกล่องเซนเซอร์วัดความชื้นดินให้สูงขึ้นจากเดิม 50 เซนติเมตร เป็น 2 เมตร เพื่อให้สามารถรับสัญญาณ internet ให้ได้ดีขึ้นกว่าเดิม ภายใต้การดำเนินงานในพื้นที่นี้ ได้รับการสนับสนุนองค์ความรู้จาก ผศ.ดร.วินัย วิริยะอลงกรณ์ ผู้เชี่ยวชาญด้านไม้ผล คณะผลิตกรรมการเกษตร จาก มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ ในการให้องค์ความรู้ในการผลิตลำไยคุณภาพ เช่น การตัดแต่งกิ่ง การตัดแต่งช่อผล การให้ปุ๋ยและธาตุอาหารที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตในแต่ละระยะของพืช เป็นต้น ร่วมกับการใช้เทคโนโลยี Smart Farm ในมิติต่างๆ เช่น การใช้ข้อมูลสภาพอากาศเพื่อวิเคราะห์ผลกระทบต่อคุณภาพของผลผลิตลำไย การวิเคราะห์ความชื้นในดินที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตในแต่ละระยะของลำไย เป็นต้น



ภาพที่ 62 การประชุมวางแผนการสร้างองค์ความรู้แก่เกษตรกรในการผลิตลำไยคุณภาพ ร่วมกับ ผศ.ดร.วินัย วิริยะอลงกรณ์ วันที่ 5 พฤษภาคม 2565 online ผ่านระบบ Webex meeting



ภาพที่ 63 การอบรมเชิงปฏิบัติการของ นางสาวเกศรินทร์ บุญนาค (บุตรสาวของเกษตรกรต้นแบบ) เมื่อวันที่ 15 มิถุนายน 2565 online ผ่านระบบ Webex meeting

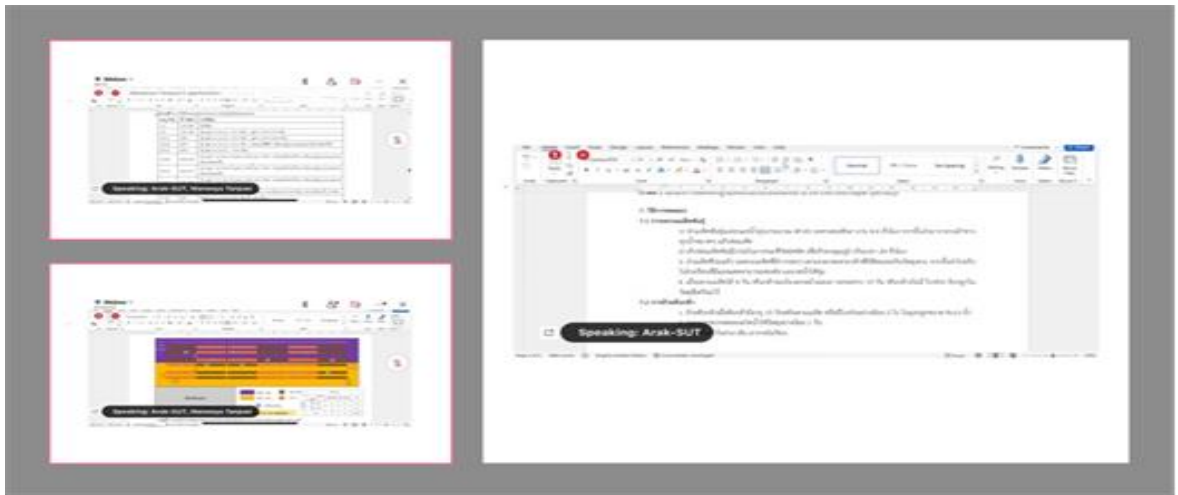
**เกษตรกรรายที่ 3** : นางวารารณ์ วงวิเศษ: ผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์เมลอน จ.มหาสารคาม

**ประชุมเตรียมงาน** : วันที่ 10 มิ.ย. 2565 online ผ่านระบบ Webex meeting (ภาพที่ 64)

**ดำเนินการอบรม** : วันที่ 17 มิ.ย. 2565 online ผ่านระบบ Zoom meeting (ภาพที่ 65)

**ผลการอบรม** : อบรมผ่านระบบ Zoom meeting ให้กับนายแสวง วงวิเศษ (สามี) โดยเกษตรกรรายนี้ มีความรู้ทางด้านการบริหารจัดการแปลงการผลิตเมล็ดพันธุ์เมลอนของตนได้เป็นอย่างดี มีการบันทึกข้อมูลการผลิต การเก็บเกี่ยวและการจัดจำหน่ายเมล็ดพันธุ์ รวมถึงการนำข้อมูลที่มีอยู่มาวางแผนก่อนเริ่มดำเนินการผลิตและบริหารจัดการผลผลิตให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาดอีกด้วย ทั้งนี้ คณะทำงานได้เสริมองค์ความรู้ในการใช้ระบบตรวจวัดเทคโนโลยีความต้องการของพืชแบบไร้สาย ประกอบด้วยการสร้างความเข้าใจแนวคิดและองค์ประกอบโดยรวมของระบบฯ วิธีการใช้งานต่างๆ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด รวมไปถึงการแก้ไขปัญหาเบื้องต้น (Troubleshooting) เพื่อให้อุปกรณ์สามารถกลับมาใช้งานได้เป็นปกติและทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ จากการประเมินความรู้ความเข้าใจของเกษตรกรหลังการอบรมผ่านการสอบถามทางไลน์และทางโทรศัพท์ พบว่าเกษตรกรมีความเข้าใจในตัวระบบอยู่ในระดับดี สามารถใช้งานระบบฯ ได้ตาม Function ต่างๆที่มี เช่น การใช้งานแบบ Manual การใช้งานแบบตั้งเวลา Timer และ การใช้งานผ่าน Application ทาง Smart Phone (Auto) ได้เป็นอย่างดี รวมถึงมีแนวคิดในการนำข้อมูล

สภาพแวดล้อมจากเซนเซอร์ไปใช้เพื่อพัฒนาให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพยิ่งขึ้น โดยในระยะถัดไปได้เรียนเชิญ ผศ.ดร.อารักษ์ ธีรอำพน อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี มาร่วมให้องค์ความรู้ในการผลิตเมล็ดพันธุ์เมลอนให้ได้คุณภาพร่วมกับการใช้ข้อมูลสภาพแวดล้อมจากระบบฯ เพื่อให้ได้เมล็ดพันธุ์คุณภาพสอดคล้องกับความต้องการของตลาดต่อไป



ภาพที่ 64 การประชุมเพื่อวางแผนการสร้างองค์ความรู้ให้แก่เกษตรกรในการผลิตลำไยคุณภาพ ร่วมกับ ผศ.ดร.อารักษ์ ธีรอำพน เมื่อวันที่ 10 มิถุนายน 2565 online ผ่านระบบ Webex meeting



ภาพที่ 65 การอบรมเชิงปฏิบัติการแก่ นายแสวง ววิเศษ (สามีของเกษตรกรต้นแบบ) เมื่อวันที่ 17 มิถุนายน 2565 online ผ่านระบบ Zoom meeting

**เกษตรกรรายที่ 4:** เจ้าหน้าที่สห.: เกษตรกรผู้ปลูกมะเขือเทศในโรงเรือนอัจฉริยะ ณ AGRITEC Station สวทช. ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี

**ดำเนินการอบรม:** วันที่ 30 พฤษภาคม 2565 ณ AGRITEC Station สวทช. ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี (ภาพที่ 66)

**ผลการอบรม :** เนื่องจากโรงเรือนอัจฉริยะ ณ AGRITEC Station สวทช. เป็นพื้นที่ที่อยู่ใน การดูแลของ สถาบันการจัดการเทคโนโลยีและนวัตกรรมเกษตร (สท.) สวทช. ซึ่ง สถาบันฯ มี วัตถุประสงค์ในการดำเนินงาน คือ การถ่ายทอดองค์ความรู้และเทคโนโลยีเพื่อให้เกษตรกรนำไปใช้ อย่างกว้างขวางและทั่วถึง เพื่อให้เกิดการปฏิรูปภาคการเกษตรด้วยเทคโนโลยีและนวัตกรรม รวมถึง พัฒนาความเข้มแข็งของชุมชน ลดความเหลื่อมล้ำและนำไปสู่การเกษตรแบบยั่งยืนและสามารถพึ่งพา ตนเองได้ในที่สุด ดังนั้น โครงการการพัฒนาาระบบตรวจวัดเทคโนโลยีความต้องการของพืชแบบไร้สาย ภายใต้งุดดำเนินการแห่งนี้ จึงมุ่งเน้นให้ระบบฯ มีความเสถียร (Stability) มีความน่าเชื่อถือ (Reliability) และมีความทนทาน (Durable) เหมาะสมกับสภาพการใช้งานในภาคการเกษตรของ ประเทศไทยและสามารถใช้งานร่วมกับระบบการให้น้ำและการให้ปุ๋ยในโรงเรือนแบบอัตโนมัติได้ เพื่อให้มีความพร้อมในการถ่ายทอดให้แก่เกษตรกร นอกจากนี้ AGRITEC Station สวทช. ยังมี วัตถุประสงค์ในการเผยแพร่องค์ความรู้ในการปลูกมะเขือเทศในโรงเรือนอัจฉริยะในด้านต่างๆ ได้แก่

1. ด้านกิจกรรมการผลิต เช่น การเลือกสายพันธุ์ที่เหมาะสมในการปลูกในโรงเรือน การ เลือกใช้วัสดุปลูก การเลือกให้ธาตุอาหารแก่มะเขือเทศตามระยะการเจริญเติบโตที่ เหมาะสม
2. ด้าน Smart Technology เช่น การบริหารจัดการการปลูกโดยใช้ข้อมูลสภาพแวดล้อมที่ ได้จากระบบฯ เข้ามาประยุกต์กับวิธีการปลูกเพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพ การวางผัง ระบบน้ำและการบริหารจัดการน้ำให้เหมาะสมกับพื้นที่และพืชที่ปลูก เป็นต้น
3. ด้าน Training Hub โดยมุ่งเน้นให้ AGRITEC Station สวทช. เป็นพื้นที่ในการถ่ายทอด เทคโนโลยีด้านการเกษตรสมัยใหม่สู่ภาคการเกษตรได้อย่างสมบูรณ์แบบและครบวงจร และเป็นฐานการเรียนรู้สำหรับเครือข่ายเกษตรกรและผู้สนใจทั่วไป



ภาพที่ 66 การอบรมเชิงปฏิบัติการ เจ้าหน้าที่ สท. สวทช. วันที่ 30 พฤษภาคม 2565 ณ AGRITEC Station สวทช. ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี

ในการอบรมนี้ พบว่าผู้เข้าร่วมอบรมมีความรู้ ความเข้าใจในระบบตรวจวัดเทคโนโลยีความต้องการของพืชแบบไร้สายเป็นอย่างดี สามารถแก้ไขปัญหาเบื้องต้น (Troubleshooting) เพื่อให้อุปกรณ์สามารถกลับมาใช้งานได้เป็นปกติและทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ รวมถึงสามารถนำข้อมูลสภาพแวดล้อมจากระบบฯ มาประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการปลูกในโรงเรือน เช่น การเพิ่มรอบของการให้น้ำในกรณีที่อากาศร้อนจัดเพื่อช่วยลดอุณหภูมิและคงความชื้นในวัสดุปลูก เป็นต้น

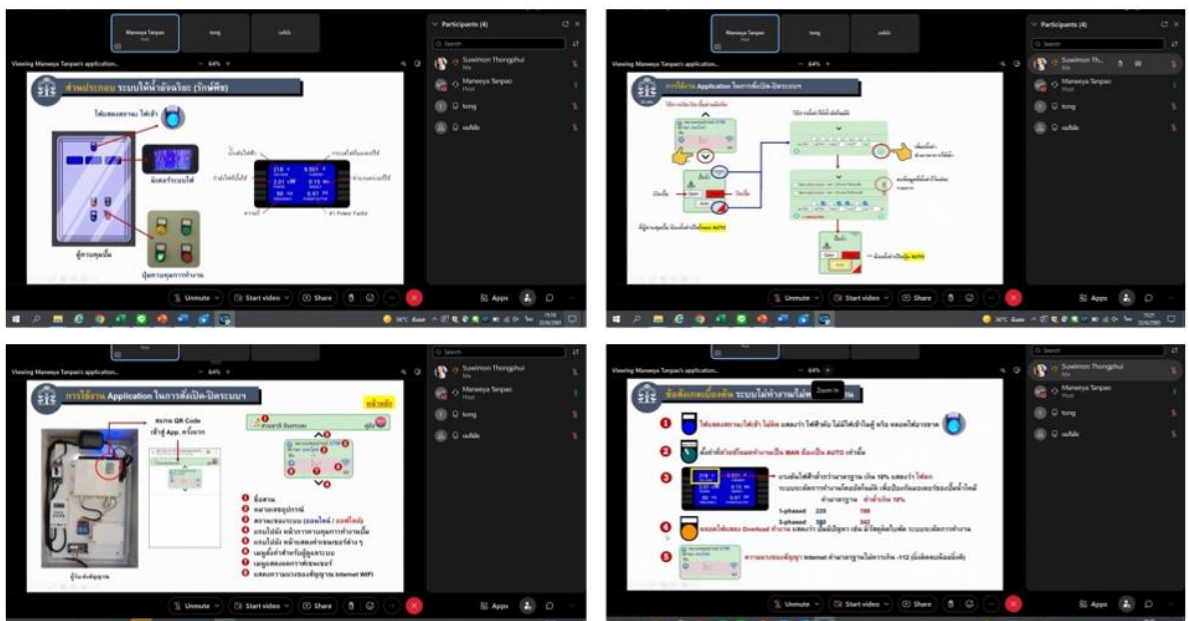
**เกษตรกรรายที่ 5:** นายธนากร บุญกล้า: เกษตรกรผู้ปลูกเมลอนผลสดในโรงเรือนอัจฉริยะ ณ มหาวิทยาลัยสวนดุสิต วิทยาเขตสุพรรณบุรี ต.โคกโคเฒ่า อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี

**ดำเนินการอบรม:** วันที่ 22 มิถุนายน 2565 ผ่านระบบ Webex meeting (ภาพที่ 67)

**ผลการอบรม:** ตามที่ สท. สวทช. ได้พัฒนาความร่วมมือกับมหาวิทยาลัยสวนดุสิต วิทยาเขตสุพรรณบุรี โดยมีเป้าหมายเพื่อพัฒนาต้นแบบแหล่งเรียนรู้การใช้เทคโนโลยีโรงเรือนอัจฉริยะเพื่อการผลิตพืชอย่างแม่นยำ รวมถึงการบูรณาการองค์ความรู้ในการทดลอง ทดสอบและสาธิตการใช้เทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะด้านเกษตรและอาหารปลอดภัยเพื่อยกระดับประสิทธิภาพและคุณภาพการผลิต รวมไปถึงการพัฒนาหลักสูตรการเรียนรู้ในระดับภาคสนามและถ่ายทอดองค์ความรู้สู่ชุมชนเพื่อพัฒนาบุคลากรร่วมกันนั้น จึงได้มีการวางแผนร่วมกันในการดำเนินความร่วมมือภายใต้ โครงการการพัฒนาเทคโนโลยีการตรวจวัดและควบคุมแบบไร้สายสำหรับการเกษตรสมัยใหม่เพื่อเพิ่มพูนองค์

ความรู้และการพัฒนาเกษตรกรอัจฉริยะ โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาประสิทธิภาพของระบบฯและเพิ่มประสิทธิภาพในการปลูกให้ได้ผลผลิตที่ดียิ่งขึ้น

ในการอบรมเกษตรกร นายธนากร บุญกล้า และเจ้าหน้าที่ของมหาวิทยาลัยสวนดุสิต วิทยาเขตสุพรรณบุรี ผ่านระบบ Webex meeting นั้นพบว่า เกษตรกรรายนี้มีความรู้ทางด้าน การบริหารจัดการแปลงการผลิตเมลอนผลสดเป็นอย่างดี มีการบันทึกข้อมูลการผลิต การเก็บเกี่ยวและ การจัดทำหน่วยเมลอนผลสดภายใต้ชื่อ “เมลอนหอมขจร” รวมถึงการนำข้อมูลที่มีอยู่มาวางแผนและ วิเคราะห์ก่อนเริ่มดำเนินการผลิตและบริหารจัดการผลผลิตให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาด อีกด้วย



ภาพที่ 67 การอบรมเชิงปฏิบัติการแก่ นายธนากร บุญกล้า และเจ้าหน้าที่มหาวิทยาลัยสวนดุสิต วิทยาเขตสุพรรณบุรี เมื่อวันที่ 22 มิถุนายน 2565 online ผ่านระบบ Webex meeting

จากการประเมินของคณะทำงานในการให้องค์ความรู้แก่เกษตรกรรายนี้ ได้เสริมองค์ความรู้ในการใช้ระบบตรวจวัดเทคโนโลยีความต้องการของพืชแบบไร้สาย โดยประกอบด้วย การสร้างความเข้าใจแนวคิดและองค์ประกอบโดยรวมของระบบฯ วิธีการใช้งานต่างๆเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด การวางระบบท่อน้ำเพื่อให้สอดคล้องกับระบบเทคโนโลยีตรวจวัดความต้องการของพืชแบบไร้สายในการทำงานแบบอัตโนมัติเพื่อลดการใช้แรงงาน รวมไปถึงการแก้ไขปัญหาเบื้องต้น (Troubleshooting) เพื่อให้อุปกรณ์สามารถกลับมาใช้งานได้เป็นปกติและทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ จากการประเมินความรู้ความเข้าใจของเกษตรกรหลังการอบรมผ่านการสอบถามทาง

ไลน์และทางโทรศัพท์ พบว่าเกษตรกรมีความเข้าใจในตัวระบบอยู่ในระดับดี สามารถใช้งานระบบฯ ได้ตาม Function ต่างๆ ที่มี เช่น การใช้งานแบบ Manual การใช้งานแบบตั้งเวลา Timer และ การใช้งานผ่าน Application ทาง Smart Phone (Auto) ได้อย่างดี และได้มีการเผยแพร่องค์ความรู้ในการบริหารจัดการการให้น้ำตามความต้องการของพืช ให้แก่ภาคีเครือข่ายภายใต้การดำเนินงานโครงการฯ เพื่อพัฒนาชุมชนเชิงพื้นที่ของ “หอมขจรฟาร์ม” ไปปรับประยุกต์ใช้ ทั้งในเรื่องของการบริหารจัดการการให้น้ำที่เหมาะสมและการบริหารจัดการการปลูกเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพเพื่อการผลิตเมลอนให้ได้คุณภาพและมีมาตรฐาน (ภาพที่ 68) รวมถึงมีแนวคิดในการจะนำข้อมูลสภาพแวดล้อมจากเซนเซอร์ไปประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนาให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพยิ่งขึ้น โดยภายใต้การดำเนินงานในพื้นที่นี้ในระยะถัดไป คณะทำงานได้เรียนเชิญ ผศ.ดร.อาร์ักษ์ อีร้อาพน อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จ. นครราชสีมา มาร่วมให้องค์ความรู้ในการผลิตเมลอนให้ได้คุณภาพร่วมกับการใช้ข้อมูลสภาพแวดล้อมจากระบบฯ โดยประยุกต์หลักวิชาการเข้าร่วม เพื่อให้ได้เมลอนคุณภาพสอดคล้องกับความต้องการของตลาดต่อไป



ภาพที่ 68 ตัวอย่างผลผลิตเมลอนของ “หอมขจรฟาร์ม”

4.4.2) การอบรมเชิงปฏิบัติการ กิจกรรมจัดงานวันถ่ายทอดความรู้ลำไย (Field day) วันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2565 เวลา 08:00–16:30 น. ณ ศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร (ศูนย์เครือข่าย) แปลงลำไย นายสมมิตร บุญนาค หมู่ 9 ตำบลแม่พ้อพระ อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่

วัตถุประสงค์: ด้วยกรมส่งเสริมการเกษตร และคณะผู้จัดงานวันถ่ายทอดเทคโนโลยีเพื่อเริ่มต้นฤดูกาลผลิตใหม่ (Field day) ปีงบประมาณ พ.ศ. 2565 ตามโครงการศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร มีวัตถุประสงค์เพื่อกระตุ้นให้เกษตรกรเริ่มต้นการผลิตในปีการเพาะปลูกใหม่ โดยใช้เทคโนโลยีและภูมิปัญญาที่มีความหมายกับพื้นที่ พร้อมกับหน่วยงานต่างๆ มีการให้บริการด้านการเกษตรตามภารกิจ เพื่อสนับสนุนเกษตรกรเริ่มต้นการผลิตในปีการเพาะปลูกใหม่ และเผยแพร่ให้

เกษตรกรรู้จัก และใช้ประโยชน์จากศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตรและศูนย์  
เครือข่ายที่มีอยู่ในพื้นที่ ซึ่งอำเภอแม่แตงมีจำนวนเกษตรกรผู้ปลูกลำไยจำนวน 3,801 ราย พื้นที่ปลูก  
ลำไยทั้งหมด 21,816 ไร่ และมีการจัดตั้งกลุ่มแปลงใหญ่ลำไย จำนวน 2 แปลงคือ แปลงใหญ่ลำไย  
ตำบลบ้านเป้า และแปลงใหญ่ลำไยตำบลแม่หอพระ และมีศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต  
สินค้าเกษตร ซึ่งเป็นแหล่งเรียนรู้ในพื้นที่จำนวน 13 ศูนย์

กิจกรรมภายในงานมีการจัดเกษตรกรออกเป็น 6 กลุ่มสี โดยมีเป้าหมายเป็นเกษตรกรจาก  
กลุ่มแปลงใหญ่ทั้ง 2 แปลง จำนวน 62 ราย เข้าเรียนรู้ในฐานเรียนรู้ 6 ฐาน ประกอบด้วย

- ฐานที่ 1 การบริหารจัดการแปลง
- ฐานที่ 2 การลดต้นทุนการผลิต
- ฐานที่ 3 ระบบน้ำอัจฉริยะ
- ฐานที่ 4 การจัดการสวนลำไยให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพ
- ฐานที่ 5 การตลาด
- ฐานที่ 6 มาตรฐาน GAP

ทั้งนี้ ในการจัดงานมีการนำเสนอองค์ความรู้และบริการการเกษตรอื่นๆ ให้แก่เกษตรกร จาก  
หน่วยงานของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และหน่วยงานภาคี โดยมีเทคโนโลยีและนวัตกรรมเด่นคือ  
การติดตั้งระบบน้ำอัจฉริยะภายในแปลงต้นแบบของนายสมมิตร บุญนาค โดยได้ขอความอนุเคราะห์  
วิทยากรบรรยาย จาก สท. สวทช. ในเรื่องการถ่ายทอดเทคโนโลยีและนวัตกรรมด้านการเกษตรและ  
การบริหารจัดการน้ำตามความต้องการของพืช ซึ่งตัวอย่างของภาพกิจกรรม ดังแสดงในภาพที่ 69

**สรุปผลการอบรม:** มีผู้ร่วมกิจกรรมทั้งหมด 94 คน แบ่งเป็นเกษตรกร 62 คน เจ้าหน้าที่หน่วยงาน  
26 คน และเจ้าหน้าที่สวทช. 6 คน โดยมีร้อยละระดับความพึงพอใจโดยรวมเฉลี่ยคือ 88.64



ภาพที่ 69 ตัวอย่างภาพกิจกรรมใน “การอบรมเชิงปฏิบัติการ กิจกรรมจัดงานวันถ่ายทอดความรู้  
ลำไย (Field day)” วันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2565 ณ แปลงลำไย นายสมมิตร บุญนาค

4.4.3) การอบรมเชิงปฏิบัติการ หลักสูตร “การปลูกมะเขือเทศแบบครบวงจรให้ได้คุณภาพ” ในรูปแบบออนไลน์ วันที่ 7-8 มีนาคม 2565 และอบรมเชิงปฏิบัติการ (Workshop) วันที่ 14-15 มีนาคม 2565 ซึ่งเป็นหลักสูตรต่อเนื่อง ณ อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย จังหวัดปทุมธานี

วัตถุประสงค์: สท. สวทช. ได้จัดกิจกรรมนี้เพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้ทางด้านเทคนิคการจัดการผลิตมะเขือเทศผลสดในระบบแปลงเปิด และระบบโรงเรือนอัจฉริยะ รวมถึงการจัดการด้านโรคและแมลงในการอบรมฯ ครั้งนี้ได้รับเกียรติจาก ศาสตราจารย์ สุชีลา เตชะวงศ์เสถียร นักวิจัยและผู้เชี่ยวชาญการผลิตมะเขือเทศผลสด รศ.ดร.ประสาทพร สมิตะมาน ผู้เชี่ยวชาญด้านโรคพืช บริษัทเกษตรและอุตสาหกรรม จำกัด และคุณเฉลิมชัย เอี่ยมสอาด นักวิชาการอาวุโส/วิศวกรอาวุโส สท. เป็นวิทยากรอบรมฯ ทั้งนี้ ตัวอย่างของภาพกิจกรรม ดังแสดงในภาพที่ 70

สรุปผลการอบรมฯ: มีผู้เข้าร่วมกิจกรรม/หลักสูตร ทั้งหมด 152 คน แบ่งเป็น เกษตรกร จำนวน 142 คน และเจ้าหน้าที่ สวทช. จำนวน 10 คน และผู้เข้าร่วมกิจกรรมอบรมเชิงปฏิบัติการที่เป็นเกษตรกรจำนวน 60 คน โดยมีร้อยละระดับความพึงพอใจโดยรวมเฉลี่ยคือ 97.22



ภาพที่ 70 ตัวอย่างภาพกิจกรรมในการอบรมเชิงปฏิบัติการ “การปลูกมะเขือเทศแบบครบวงจรให้ได้คุณภาพ” วันที่ 14-15 มีนาคม 2565 ณ อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย จังหวัดปทุมธานี

4.4.4) การอบรมเชิงปฏิบัติการ หลักสูตร “การใช้เทคโนโลยีระบบวัดความต้องการของพืชแบบไรสายเพื่อการผลิตลำไยให้โตคุณภาพ” วันที่ 26 พฤษภาคม 2565 ณ ศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร (ศูนย์เครือข่าย) แปลงลำไย นายสมมิตร บุญนาค ตำบลแม่อุสุ อําเภอแม่อุสุ จังหวัดเชียงใหม่

วัตถุประสงค์: สท. สวทช. ได้จัดกิจกรรมนี้ เพื่อส่งเสริมให้เกษตรกรและผู้สนใจทางภาคการเกษตร มีความรู้ความเข้าใจในการผลิตลำไยและสามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีและหลักวิชาการรวมกับการใช้องค์ความรู้ที่มีอยู่เดิม เพื่อให้เกิดการผลิตลำไยที่มีคุณภาพ ทั้งนี้ ตัวอย่างของภาพกิจกรรม ดังแสดงในภาพที่ 71

สรุปผลการอบรม: มีผู้เข้าร่วมกิจกรรมทั้งหมด 43 คน แบ่งเป็น เกษตรกรและผู้สนใจจำนวน 37 คน และเจ้าหน้าที่ สวทช. จำนวน 6 คน โดยมีร้อยละระดับความพึงพอใจโดยรวมเฉลี่ยคือ 89.42



ภาพที่ 71 ตัวอย่างภาพกิจกรรมในการอบรมเชิงปฏิบัติการ “การใช้เทคโนโลยีระบบวัดความต้องการของพืชแบบไรสายเพื่อการผลิตลำไยให้โตคุณภาพ” วันที่ 26 พฤษภาคม 2565 ณ ศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร (ศูนย์เครือข่าย) แปลงลำไย นายสมมิตร บุญนาค ต.แม่อุสุ อ.แม่อุสุ จ.เชียงใหม่

4.4.5) การอบรมเชิงปฏิบัติการ หลักสูตร “การออกแบบระบบน้ำเพื่อการเกษตรเบื้องต้น”  
วันจันทร์ที่ 31 ตุลาคม 2565 เวลา 08.30–16.30 น. ณ อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย  
จังหวัดปทุมธานี

วัตถุประสงค์: สท. สวทช. ได้จัดกิจกรรมนี้ เพื่อส่งเสริมให้เกษตรกรและผู้สนใจทางภาคการเกษตรสามารถออกแบบระบบน้ำเพื่อการเกษตรเบื้องต้น และนำองค์ความรู้ในเรื่องการออกแบบระบบน้ำไปพัฒนาต่อยอด หรือประยุกต์ใช้กับการทำการเกษตรได้ ทั้งนี้ ตัวอย่างของภาพกิจกรรม ดังแสดงในภาพที่ 72

สรุปผลการอบรมฯ: มีผู้เข้าร่วมกิจกรรมทั้งหมด 48 คน ประกอบด้วยเกษตรกรและผู้สนใจเข้าร่วมจำนวน 35 คน เจ้าหน้าที่ สวทช. จำนวน 10 คน และพนักงานบริษัท ซุปเปอร์โปรดักส์ จำกัด จำนวน 3 คน โดยมีร้อยละระดับความพึงพอใจโดยรวมเฉลี่ยคือ 93.06



ภาพที่ 72 ตัวอย่างภาพกิจกรรมใน “การอบรมเชิงปฏิบัติการ การออกแบบระบบน้ำเพื่อการเกษตรเบื้องต้น” วันที่ 31 ตุลาคม 2565 ณ อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย

4.4.6) การอบรมเชิงปฏิบัติการ “การบริหารจัดการน้ำที่เหมาะสมตามความต้องการของพืชไร่”  
วันศุกร์ที่ 23 ธันวาคม 2565 เวลา 08.30–16.00 น. ณ แปลงวิจัยและทดสอบพืช คณะ  
เกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ตำบลสุเทพ อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่  
วัตถุประสงค์: สท. สวทช. ได้จัดกิจกรรมนี้ เพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้และเทคโนโลยีการบริหารจัดการ  
น้ำให้เหมาะสมกับความต้องการของพืชแก่เกษตรกร นักวิชาการ หรือผู้สนใจทั่วไปให้มีความรู้ ความ  
เข้าใจเพื่อนำไปพัฒนาต่อยอดและปรับใช้ในการทำการเกษตรต่อไป และเพื่อสร้างแรงจูงใจในการใช้  
เทคโนโลยีเกษตรสมัยใหม่ผ่านการลงมือฝึกปฏิบัติจริง ทั้งนี้ ตัวอย่างของภาพกิจกรรม ดังแสดงใน  
ภาพที่ 73

สรุปผลการอบรมฯ: มีผู้เข้าร่วมกิจกรรม ทั้งหมด 32 คน ประกอบด้วย เกษตรกรและผู้สนใจเข้าร่วม  
24 คน และเจ้าหน้าที่ สวทช. 6 คน โดยมีร้อยละระดับความพึงพอใจโดยรวมเฉลี่ยคือ 97.22



ภาพที่ 73 ตัวอย่างภาพกิจกรรมใน “การอบรมเชิงปฏิบัติการ การบริหารจัดการน้ำที่เหมาะสมตาม  
ความต้องการของพืชไร่” วันที่ 23 ธันวาคม 2565 ณ แปลงวิจัยและทดสอบพืช คณะ  
เกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

4.4.7) การอบรมเชิงปฏิบัติการหลักสูตร “การออกแบบระบบน้ำเพื่อการเกษตรเบื้องต้น”  
วันอังคารที่ 31 มกราคม 2566 เวลา 08.30–16.30 น. ณ อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย  
จังหวัดปทุมธานี

วัตถุประสงค์ : สท. สวทช. ได้จัดกิจกรรมนี้ เพื่อส่งเสริมให้เกษตรกรและผู้สนใจทางภาคการเกษตรสามารถออกแบบระบบน้ำเพื่อการเกษตรเบื้องต้น และนำองค์ความรู้ในเรื่องการออกแบบระบบน้ำไปพัฒนาต่อยอดหรือใช้ทำการเกษตรได้ ทั้งนี้ ตัวอย่างของภาพกิจกรรม ดังแสดงในภาพที่ 74

สรุปผลการอบรม: มีผู้เข้าร่วมกิจกรรมทั้งหมด 45 คน ประกอบด้วยเกษตรกรและผู้สนใจจำนวน 37 คน และเจ้าหน้าที่ สวทช. 8 คน โดยมีร้อยละระดับความพึงพอใจโดยรวมของงานเฉลี่ยคือ 92.59



ภาพที่ 74 ตัวอย่างภาพกิจกรรมใน “การอบรมเชิงปฏิบัติการ การออกแบบระบบน้ำเพื่อการเกษตรเบื้องต้น” วันที่ 31 มกราคม 2566 ณ อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย จ.ปทุมธานี

4.4.8) การอบรมเชิงปฏิบัติการ หลักสูตร “การออกแบบระบบน้ำเพื่อการเกษตรเบื้องต้น”  
วันศุกร์ที่ 24 กุมภาพันธ์ 2566 เวลา 08.30–16.30 น. ณ อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย  
ไทย จังหวัดปทุมธานี

วัตถุประสงค์ : สท. สวทช. ได้จัดกิจกรรมนี้ เพื่อส่งเสริมให้นักศึกษาและผู้สนใจทางภาคการเกษตรสามารถออกแบบระบบน้ำเพื่อการเกษตรเบื้องต้น และนำองค์ความรู้ในเรื่องการออกแบบระบบน้ำไปพัฒนาต่อยอดหรือประยุกต์ใช้กับการทำการเกษตรได้ ทั้งนี้ ตัวอย่างของภาพกิจกรรม ดังแสดงในภาพที่ 75

สรุปผลการอบรมฯ: มีผู้เข้าร่วมกิจกรรมทั้งหมด 42 คน ประกอบด้วยนักศึกษาและอาจารย์จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จำนวน 35 คน และเจ้าหน้าที่ สวทช. จำนวน 7 คน โดยมีร้อยละระดับความพึงพอใจโดยรวมของงานเฉลี่ย คือ 93.18



ภาพที่ 75 ตัวอย่างภาพกิจกรรมใน “การอบรมเชิงปฏิบัติการ การออกแบบระบบน้ำเพื่อการเกษตร”  
วันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2566 ณ อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย จ.ปทุมธานี

4.4.9) การอบรมเชิงปฏิบัติการหลักสูตร “การบริหารจัดการแปลงและการผลิตลำไยคุณภาพด้วยระบบ Wireless Sensor” วันอังคารที่ 4 กรกฎาคม 2566 เวลา 08.30–16.00 น. ณ ศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร (ศูนย์เครือข่าย) แปลงลำไย นายสมมิตร บุญนาค อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่

วัตถุประสงค์: สท. สวทช. ได้จัดกิจกรรมนี้ เพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้และเทคโนโลยีด้านการบริหารจัดการน้ำให้เหมาะสมกับความต้องการของพืช การบริหารจัดการแปลงและการผลิตลำไยคุณภาพให้แก่เกษตรกร นักวิชาการ หรือผู้สนใจทั่วไปให้มีความรู้ ความเข้าใจเพื่อนำไปพัฒนาต่อยอดและปรับใช้ในการทำการเกษตรต่อไปและเพื่อสร้างแรงจูงใจในการใช้เทคโนโลยีทางการเกษตรสมัยใหม่ผ่านการลงมือฝึกปฏิบัติจริง ทั้งนี้ ตัวอย่างของภาพกิจกรรม ดังแสดงในภาพที่ 76

สรุปผลการอบรมฯ: มีผู้เข้าร่วมกิจกรรมทั้งหมด 126 คน ประกอบด้วยเกษตรกรทั่วไป 115 คน อาสาเกษตรหมู่บ้าน 2 คน เจ้าหน้าที่หน่วยงานรัฐ 2 คน อาจารย์ 1 คน พนักงานบริษัทเอกชน 1 คน และเจ้าหน้าที่ สวทช. 5 คน โดยมีร้อยละระดับความพึงพอใจโดยรวมของงานเฉลี่ยคือ 85.29



ภาพที่ 76 ตัวอย่างภาพกิจกรรมใน “การอบรมเชิงปฏิบัติการ การบริหารจัดการแปลงและการผลิตลำไยคุณภาพด้วยระบบ Wireless Sensor” วันที่ 4 กรกฎาคม 2566 ณ ศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร (ศูนย์เครือข่าย) แปลงลำไย นายสมมิตร บุญนาค อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่

4.4.10) การอบรมเชิงปฏิบัติการ หลักสูตร “การปลูกเมลอนให้กับเครือข่าย Mini Farm และการออกแบบวางระบบน้ำเบื้องต้นที่เหมาะสมกับความต้องการของพืชร่วมกับเทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะ ระบบ Wireless Sensor” วันที่ 6 ตุลาคม 2566 เวลา 08.00–12.00 น. ณ มหาวิทยาลัยสวนดุสิต วิทยาเขตสุพรรณบุรี อำเภอเมืองสุพรรณบุรี จังหวัดสุพรรณบุรี

วัตถุประสงค์: สท. สวทช. ได้จัดกิจกรรมนี้ เพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้การปลูกเมลอนให้กับเครือข่าย Mini Farm และความรู้เกี่ยวกับการออกแบบวางระบบน้ำเบื้องต้นและเทคโนโลยีการบริหารจัดการน้ำให้เหมาะสมกับความต้องการของพืช แก่ครูและนักเรียนให้มีความรู้ความเข้าใจเพื่อนำไปพัฒนาต่อยอดและปรับใช้ในการทำการเกษตรต่อไป และเพื่อสร้างแรงจูงใจในการใช้เทคโนโลยีทางการเกษตรสมัยใหม่ผ่านการลงมือฝึกปฏิบัติจริง ทั้งนี้ ตัวอย่างของภาพกิจกรรม ดังแสดงในภาพที่ 77

สรุปผลการอบรม: มีผู้เข้าร่วมกิจกรรมทั้งหมด 32 คน ประกอบด้วย ครูจำนวน 12 คน นักเรียนจำนวน 15 คน จากโรงเรียนวัดพระธาตุ โรงเรียนสวนแตงวิทยา โรงเรียนวัดสังฆายเถร โรงเรียนท่าเรือ "นิตยานุกูล" และเจ้าหน้าที่ สวทช. จำนวน 5 คน โดยมีร้อยละระดับความพึงพอใจโดยรวมของงานเฉลี่ยคือ 93.52



ภาพที่ 77 ตัวอย่างภาพกิจกรรมใน “การอบรมเชิงปฏิบัติการ การปลูกเมลอนให้กับเครือข่าย Mini Farm และการออกแบบวางระบบน้ำเบื้องต้นที่เหมาะสมกับความต้องการของพืชร่วมกับเทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะ ระบบ Wireless Sensor” วันที่ 6 ตุลาคม 2566 ณ มหาวิทยาลัยสวนดุสิต วิทยาเขตสุพรรณบุรี

4.4.11) การอบรมเชิงปฏิบัติการ หลักสูตร “การออกแบบวางระบบน้ำเบื้องต้นที่เหมาะสมกับความต้องการของพืชร่วมกับเทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะ ระบบ Wireless Sensor”  
วันอังคารที่ 31 ตุลาคม 2566 เวลา 08.30–16.00 น. ณ ศูนย์เกษตรเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ  
พันธุ์พืช ตำบลวังไชย อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม

วัตถุประสงค์: สท. สวทช. ได้จัดกิจกรรมนี้ เพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้และเทคโนโลยีระบบการบริหารจัดการน้ำให้เหมาะสมกับความต้องการของพืช และการออกแบบวางระบบน้ำเบื้องต้นให้แก่เกษตรกรและผู้สนใจทั่วไป ให้มีความรู้ความเข้าใจเพื่อนำไปพัฒนาต่อยอดและปรับใช้ในการทำการเกษตรต่อไป และเพื่อสร้างแรงจูงใจในการใช้เทคโนโลยีทางการเกษตรสมัยใหม่ผ่านการลงมือฝึกปฏิบัติจริง ทั้งนี้ ตัวอย่างของภาพกิจกรรม ดังแสดงในภาพที่ 78

สรุปผลการอบรม: มีผู้เข้าร่วมกิจกรรมทั้งหมด 47 คน ประกอบด้วย YSF (Young Smart Farmer) จำนวน 20 คน เกษตรกรทั่วไป จำนวน 22 คน และเจ้าหน้าที่ สวทช. จำนวน 5 คน ร้อยละระดับความพึงพอใจโดยรวมของงานเฉลี่ยคือ 97.62



ภาพที่ 78 ตัวอย่างภาพกิจกรรมใน “การอบรมเชิงปฏิบัติการ การออกแบบวางระบบน้ำเบื้องต้นที่เหมาะสมกับความต้องการของพืชร่วมกับเทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะ ระบบ Wireless Sensor” วันที่ 31 ตุลาคม 2566 ณ ศูนย์เกษตรเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพันธุ์พืช ตำบลวังไชย อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม

4.4.12) การอบรมเชิงปฏิบัติการ หลักสูตร “การใช้น้ำอย่างรู้คุณค่าสำหรับเกษตรกรโครงการส่งเสริมการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำในระดับไร่นา ปี 2567” วันพุธที่ 22 พฤศจิกายน 2566 เวลา 13.00–16.30 น. ณ คูโบต้าฟาร์ม ต. หนองอิรุณ อ.บ้านบึง จังหวัดชลบุรี

วัตถุประสงค์: สท. สวทช. ได้จัดกิจกรรมนี้ เพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้การบริหารจัดการน้ำและออกแบบระบบน้ำที่เหมาะสมกับความต้องการของพืชด้วยระบบให้น้ำอัจฉริยะเบื้องต้น แก่เกษตรกรทั่วไปให้มีความรู้ความเข้าใจเพื่อนำไปพัฒนาต่อยอดและปรับประยุกต์ใช้ในการทำการเกษตรต่อไป และเพื่อสร้างแรงจูงใจในการใช้เทคโนโลยีทางการเกษตรสมัยใหม่ ทั้งนี้ ตัวอย่างของภาพกิจกรรม ดังแสดงในภาพที่ 79

สรุปผลการอบรม: มีผู้เข้าร่วมกิจกรรมทั้งหมด 55 คน ประกอบด้วยเกษตรกร จำนวน 50 คน และเจ้าหน้าที่ สวทช. จำนวน 5 คน โดยมีร้อยละระดับความพึงพอใจโดยรวมของงานเฉลี่ยคือ 87.24



ภาพที่ 79 ตัวอย่างภาพกิจกรรมใน “การอบรมเชิงปฏิบัติการ การใช้น้ำอย่างรู้คุณค่าสำหรับเกษตรกรโครงการส่งเสริมการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำในระดับไร่นา ปี 2567” วันที่ 22 พฤศจิกายน 2566 ณ คูโบต้าฟาร์ม ตำบลหนองอิรุณ อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี

4.4.13) การอบรมเชิงปฏิบัติการ หลักสูตร “การใช้น้ำอย่างรู้คุณค่าสำหรับเกษตรกรโครงการส่งเสริมการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำในระดับไร่นา ปี 2567” วันศุกร์ที่ 24 พฤศจิกายน 2566 เวลา 08.30–16.00 น. ณ สวนบัวแก้ว ต.วังจันทร์ อ.วังจันทร์ จังหวัดระยอง

วัตถุประสงค์: สท. สวทช. ได้จัดกิจกรรมนี้ เพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้การบริหารจัดการน้ำและออกแบบระบบน้ำที่เหมาะสมกับความต้องการของพืชด้วยระบบให้น้ำอัจฉริยะเบื้องต้น แก่เกษตรกรผู้ปลูกทุเรียนให้มีความรู้ความเข้าใจเพื่อนำไปพัฒนาต่อยอดและปรับใช้ทำการเกษตรต่อไป และเพื่อสร้างแรงจูงใจในการใช้เทคโนโลยีเกษตรสมัยใหม่ ทั้งนี้ ตัวอย่างของภาพกิจกรรม ดังแสดงในภาพที่ 80

สรุปผลการอบรมฯ: มีผู้เข้าร่วมกิจกรรมทั้งหมด 67 คน ประกอบด้วยเกษตรกร จำนวน 60 คน ข้าราชการ/พนักงานราชการ จำนวน 2 คน และเจ้าหน้าที่ สวทช. จำนวน 5 คน โดยมีร้อยละระดับความพึงพอใจโดยรวมของงานเฉลี่ยคือ 84.44



ภาพที่ 80 ตัวอย่างภาพกิจกรรมใน “การอบรมเชิงปฏิบัติการ การใช้น้ำอย่างรู้คุณค่าสำหรับเกษตรกรโครงการส่งเสริมการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำในระดับไร่นา ปี 2567” วันที่ 24 พฤศจิกายน 2566 ณ สวนบัวแก้ว ต.วังจันทร์ อ.วังจันทร์ จ.ระยอง

4.4.14) การอบรมเชิงปฏิบัติการ “Smart Farming Smart Branding: คิดสร้างขาย” วันที่ 30 พฤศจิกายน-1 ธันวาคม 2566 ณ อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย สวทช. จังหวัดปทุมธานี

วัตถุประสงค์: สท. สวทช. ได้จัดกิจกรรมนี้ เพื่อให้ผู้เข้าอบรมมีความรู้ความเข้าใจด้านกลยุทธ์การตลาด การสร้างแบรนด์ การออกแบบและการวางระบบน้ำเบื้องต้นในแปลงเปิดได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงสร้างความรู้ความเข้าใจในการเลือกใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ ทั้งนี้ ตัวอย่างของภาพกิจกรรม ดังแสดงในภาพที่ 81

สรุปผลการอบรม: มีผู้เข้าร่วมกิจกรรมทั้งหมด 26 คน ประกอบด้วยเกษตรกร จำนวน 18 คน และเจ้าหน้าที่ สวทช. จำนวน 8 คน โดยมีร้อยละระดับความพึงพอใจโดยรวมของงานเฉลี่ยคือ 100



ภาพที่ 81 ตัวอย่างภาพกิจกรรมใน “Smart Farming Smart Branding: คิดสร้างขาย” วันที่ 30 พฤศจิกายน-1 ธันวาคม 2566 ณ อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย จังหวัดปทุมธานี

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

#### 5.1) สรุปผลการวิจัย

โครงการการพัฒนาเทคโนโลยีการตรวจวัดและควบคุมแบบไร้สายสำหรับการเกษตรสมัยใหม่ เพื่อเพิ่มพูนองค์ความรู้และการพัฒนาเกษตรกรอัจฉริยะ มีวัตถุประสงค์หลักในการพัฒนาเทคโนโลยีการตรวจวัดและควบคุมแบบไร้สายทั้งสำหรับในแปลงเปิดและในโรงเรือนเพื่อให้การให้น้ำแก่พืชมีความแม่นยำตามความต้องการของพืช และเพื่อพัฒนาต้นแบบในแปลงสาธิตในระดับที่เกษตรกรสามารถใช้ประโยชน์ได้จริงและเข้าถึงเทคโนโลยีมากขึ้น ด้วยการพัฒนาต้นแบบอุปกรณ์การวัดความต้องการของพืชแบบไร้สายเพื่อให้สามารถส่งสัญญาณได้ไกลขึ้นและมีความเสถียรของสัญญาณมากขึ้น เป็นอุปกรณ์ที่เหมาะสมกับบริบทการเกษตรในประเทศไทยซึ่งมีอากาศร้อนและความชื้นสูง นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาหลักสูตรอบรมเกี่ยวกับเกษตรแม่นยำและถ่ายทอดองค์ความรู้และเทคโนโลยีที่พัฒนาให้แก่เกษตรกรผ่านรูปแบบการอบรมและการสาธิตในแหล่งเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นในโครงการ โดยมุ่งเน้นให้เกษตรกรใช้เทคโนโลยีและเครื่องมือเกษตรสมัยใหม่ และมีองค์ความรู้ตามหลักวิชาการในการบริหารจัดการและวางแผนการปลูกพืชเพื่อช่วยลดความเสี่ยงจากการสูญเสียผลผลิตที่มีผลมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมในปัจจุบัน ช่วยเพิ่มคุณภาพและมาตรฐานของผลผลิต ซึ่งสอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 พ.ศ. 2566–2570 กลยุทธ์ที่ 11 การยกระดับขีดความสามารถของเกษตรกรและสถาบันเกษตรกร ไปสู่เกษตรอัจฉริยะ ทั้งนี้ โครงการฯ ได้ประสบความสำเร็จในการดำเนินงาน โดยสามารถสรุปผลการวิจัยตามเป้าหมายและตัวชี้วัดของโครงการฯ ดังแสดงในตารางที่ 22

ตารางที่ 22 สรุปผลการวิจัยตามเป้าหมายและตัวชี้วัดของโครงการฯ

ลำดับ	เป้าหมาย	ตัวชี้วัด
1	อุปกรณ์ต้นแบบการวัดความต้องการของพืช พร้อมระบบ Software สั่งการควบคุมแบบไร้สายที่สอดคล้องกับความต้องการของเกษตรกรและเหมาะสมกับพื้นที่ ซึ่งผ่านการทดสอบในระดับภาคสนามแล้วจำนวน 5 ชุด	สามารถพัฒนาต้นแบบระบบตรวจวัดและควบคุมแบบไร้สายที่สามารถส่งสัญญาณได้ไกลและมีความเสถียร และสามารถควบคุมและใช้งานผ่านระบบ Software ที่สะดวกและใช้งานง่าย ช่วยให้การจัดการสภาพแวดล้อมในการปลูกพืชมีความแม่นยำมากขึ้น ประกอบด้วยอุปกรณ์ต้นแบบ 2 ระบบ ดังนี้

ลำดับ	เป้าหมาย	ตัวชี้วัด
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- ต้นแบบระบบตรวจวัดและควบคุมแบบไร้สาย สำหรับแปลงเปิด จำนวน 3 ชุด</li> <li>- ต้นแบบระบบตรวจวัดและควบคุมแบบไร้สาย สำหรับโรงเรือน จำนวน 2 ชุด</li> </ul>
2	<p>แหล่งเรียนรู้ที่มีอุปกรณ์ต้นแบบวัดความต้องการของพืชและสั่งการควบคุมแบบไร้สายที่สอดคล้องกับความต้องการของเกษตรกรและเหมาะสมกับพื้นที่ซึ่งติดตั้งและสามารถใช้งานได้ เป็นผลสำเร็จในพื้นที่ไม่น้อยกว่า 5 แห่ง</p>	<p>พัฒนาพื้นที่เป้าหมายจากพื้นที่ติดตั้งอุปกรณ์ต้นแบบให้เป็นแหล่งเรียนรู้ที่มีอุปกรณ์ต้นแบบวัดความต้องการของพืชและสั่งการควบคุมแบบไร้สาย เพื่อให้เกษตรกรทั่วไปหรือผู้สนใจเข้าไปศึกษาดูงานเกี่ยวกับประโยชน์และการใช้งานระบบดังกล่าว ประกอบด้วย 5 พื้นที่ ดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- พื้นที่ผลิตทุเรียน สวนบัวแก้ว ต.วังจันทร์ อ.วังจันทร์ จ.ระยอง</li> <li>- พื้นที่ผลิตลำไย ต.แม่หอพระ อ.แม่แตง จ.เชียงใหม่</li> <li>- โรงเรือนผลิตมะเขือเทศ AGRITEC Station สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สวทช.) อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี</li> <li>- พื้นที่ผลิตเมล็ดพันธุ์เมลอน ต.หนองโก อ.บรบือ จ.มหาสารคาม</li> <li>- โรงเรือนปลูกเมลอน สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยสวนดุสิต วิทยาเขตสุพรรณบุรี ต.โคกโคเต่า อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี</li> </ul> <p>สำหรับการติดตั้งต้นแบบให้แก่เกษตรกรแกนนำทั้ง 5 พื้นที่ดังกล่าว พบว่า เกษตรกรแกนนำมีความพึงพอใจในการใช้งานระบบตรวจวัดและควบคุมไร้สายมากกว่าร้อยละ 88 รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 23</p>
3	<p>หลักสูตรอบรมที่ครอบคลุมทั้งด้านกระบวนการผลิตพืชปลอดภัยที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ ด้านการใช้ IOT ที่พัฒนาจากโครงการ และด้านการตลาดสำหรับ Smart farmer</p>	<p>พัฒนาหลักสูตรอบรมที่ทำให้ผู้เข้าอบรมสามารถออกแบบระบบการให้น้ำในแปลงเปิดและในโรงเรือนให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับความต้องการของพืช รวมทั้งพัฒนาหลักสูตรหลักการใช้งานและการตลาดเทคโนโลยีระบบตรวจวัดและควบคุมแบบไร้สายสำหรับ</p>

ลำดับ	เป้าหมาย	ตัวชี้วัด
	ไม่น้อยกว่า 5 หลักสูตร	<p>การเกษตรสมัยใหม่เพื่อให้เกษตรกรหรือผู้สนใจสามารถเข้าถึง และใช้งานระบบได้ง่าย นอกจากนี้ยังสามารถนำความรู้ด้านการตลาดมาเป็นแนวทางในการผลิตพืชเพื่อจำหน่ายแก่ผู้บริโภค และพัฒนาหลักสูตรอบรมที่ผ่านกระบวนการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการดูแลและการจัดการพืช ข้อมูลผลผลิตและคุณภาพผลผลิต วิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลด้านสภาวะแวดล้อมที่บันทึกได้จากระบบตรวจวัดและควบคุมแบบไร้สาย เพื่อให้ได้ข้อมูลสภาวะแวดล้อมที่ใกล้เคียงกับความต้องการในการผลิตพืช โดยหลักสูตรอบรมประกอบด้วย 5 หลักสูตร คือ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- หลักสูตร การออกแบบระบบให้น้ำพืชในแปลงเปิด</li> <li>- หลักสูตร การออกแบบระบบให้น้ำพืชในโรงเรือน</li> <li>- หลักสูตรหลักการใช้งานและการตลาดเทคโนโลยีระบบตรวจวัดและควบคุมแบบไร้สายสำหรับการเกษตรสมัยใหม่</li> <li>- หลักสูตร เทคนิคการจัดการการผลิตมะเขือเทศแบบครบวงจรให้ได้คุณภาพ</li> <li>- หลักสูตร เทคนิคการจัดการการผลิตเมลอนผลสดให้ได้คุณภาพ</li> </ul>
4	จำนวนเกษตรกรที่ได้รับการถ่ายทอดองค์ความรู้จากหลักสูตรอบรม ไม่น้อยกว่า 300 ราย	<p>ภายหลังการติดตั้งอุปกรณ์ต้นแบบในพื้นที่ทั้ง 5 แห่ง ได้จัดอบรมการใช้งานอุปกรณ์ดังกล่าวให้แก่เกษตรกรแกนนำในแต่ละพื้นที่ รวม 5 ราย อีกทั้ง มีการจัดอบรมการใช้งานอุปกรณ์ต้นแบบควบคู่กับการผลิตพืช อาทิ มะเขือเทศ ลำไยและเมลอนผลสด เป็นต้น รวมทั้งสิ้น 814 ราย</p>
5	สามารถลดค่าใช้จ่ายหรือเพิ่มรายได้ให้เกษตรกรที่ร่วมโครงการได้ไม่น้อยกว่า 10%	<p>ภายหลังการใช้งานอุปกรณ์ต้นแบบควบคู่กับการผลิตพืชทั้ง 5 แห่ง พบว่าสามารถลดค่าใช้จ่ายให้เกษตรกรได้มากยิ่งขึ้น มีรายละเอียดดังนี้</p>

ลำดับ	เป้าหมาย	ตัวชี้วัด
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- พื้นที่ผลิตทุเรียน สวนบัวแก้ว ต.วังจันทร์ อ.วังจันทร์ จ.ระยอง พบว่า ช่วยลดแรงงานในการให้น้ำและปุ๋ย ลดความเสี่ยงในการเกิดความเสียหายแก่ผลผลิต เช่น ให้น้ำมากเกินไปจนทำให้เกิดโรคจากเชื้อรา อีกทั้งยังประหยัดน้ำ จากเดิมที่มีการให้น้ำเฉลี่ยเท่ากับ 123.04 ลิตร/ต้น/วัน ขณะที่การให้น้ำตามค่าความชื้นดินด้วยระบบตรวจวัดและควบคุมแบบไร้สายนั้นมีค่าเฉลี่ยเพียง 63.65 ลิตร/ต้น/วัน ซึ่งให้น้ำลดลงถึง 59.39 ลิตร/ต้น/วัน หรือร้อยละ 48.27 โดยการให้น้ำตามแบบเกษตรกรทำให้เกิดการสูญเสียน้ำและเป็นการให้น้ำมากเกินไปความต้องการของต้นทุเรียน</li> <li>- พื้นที่ผลิตลำไย ต.แม่หอพระ อ.แม่แตง จ.เชียงใหม่ พบว่า ลดแรงงานในการให้น้ำและปุ๋ย เนื่องจากเดิมเกษตรกรต้องเดินเปิดน้ำที่ละโซน ทำให้ต้องใช้เวลานาน ลดความเสี่ยงในการเกิดความเสียหายแก่ผลผลิต สามารถควบคุมการให้น้ำตามความต้องการของพืชและยังประหยัดน้ำ เนื่องจากการให้น้ำตลอดทั้งปีของแปลงที่ไม่ติดระบบการให้น้ำอัจฉริยะสูงถึง 7,219.20 ลิตร/ต้น/ปี ขณะที่แปลงที่ติดระบบฯ มีการให้น้ำเพียง 5,316.00 ลิตร/ต้น/ปี ทำให้ประหยัดน้ำได้ถึง 1,903.2 ลิตร/ต้น/ปี หรือร้อยละ 26.36 อีกทั้งผลผลิตเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 30.08 ขณะที่คุณภาพผลผลิตของทั้ง 2 แปลงไม่แตกต่างกัน</li> <li>- โรงเรือนผลิตมะเขือเทศ AGRITEC Station สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สวทช.) อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี พบว่าช่วยในการลดค่าแรงงานในการจัดการให้น้ำและปุ๋ยตั้งแต่ช่วงระยะการเจริญเติบโตจนถึงระยะเก็บเกี่ยวได้ประมาณ 66% โดยลดจากเดิม 70 เหลือเพียง 24</li> </ul>

ลำดับ	เป้าหมาย	ตัวชี้วัด
		<p>คน-ชั่วโมง (man-hour) และประหยัดเวลาของผู้ปลูกในการให้น้ำและปุ๋ย ทำให้มีเวลาดูแลรักษาต้นพืชและจัดการในส่วนอื่นๆ ในโรงเรือน อีกทั้ง เมื่อผู้ปลูกไม่สามารถอยู่ดูแลการปลูกในโรงเรือนเป็นเวลาหลายวัน ก็ยังสามารถจัดการดูแลการปลูกพืชผ่านระบบการตรวจวัดและควบคุมแบบไร้สาย ลดความเสี่ยงในการเกิดความเสียหายแก่ผลผลิต เนื่องจากช่วยควบคุมอุณหภูมิอากาศและความชื้นอากาศให้ใกล้เคียงกับค่าที่เหมาะสมมากขึ้น ทำให้ช่วยเพิ่มการติดผลสม่ำเสมอได้ตลอดข้อ จากเดิมที่มีการติดผลไม่สม่ำเสมอ ซึ่งการขายมะเขือเทศเป็นข้อจะขายได้ในราคาที่สูงกว่า และขายในซูเปอร์มาร์เก็ตได้ด้วย</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- พื้นที่ผลิตเมล็ดพันธุ์เมลอน ต.หนองโก อ.บรบือ จ.มหาสารคาม พบว่า ลดแรงงานและเวลาในการให้น้ำและปุ๋ย อีกทั้งประหยัดน้ำ เนื่องจากปริมาณการให้น้ำรวมตลอดฤดูปลูก 70 วัน ของแปลงที่ไม่ติดระบบการให้น้ำอัจฉริยะสูงถึง 70 ลิตร/ต้น ขณะที่แปลงที่ติดระบบฯ ให้น้ำเพียง 43.46 ลิตร/ต้น ทำให้ประหยัดน้ำ 26.54 ลิตร/ต้น/ปี หรือร้อยละ 37.91</li> <li>- โรงเรือนปลูกเมลอน สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยสวนดุสิต วิทยาเขตสุพรรณบุรี ต.โคกโคเฒ่า อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี พบว่า ช่วยในการลดค่าแรงงานในการจัดการให้น้ำและปุ๋ยตั้งแต่ช่วงระยะการเจริญเติบโตจนถึงระยะเก็บเกี่ยวได้ประมาณ 75% โดยลดจากเดิม 56 เหลือเพียง 14 คน-ชั่วโมง (man-hour) ทำให้มีเวลาดูแลต้นพืชและจัดการในส่วนอื่นๆ ในโรงเรือน เช่น ตรวจหัวจ่ายน้ำ ตรวจสอบโรคในต้นพืช หรือตัดแต่งกิ่ง เป็นต้น และเมื่อผู้ปลูกไม่สามารถอยู่ดูแลการปลูกในโรงเรือนเป็นเวลาหลายวัน ก็สามารถจัดการโรงเรือนผ่านระบบ</li> </ul>

ลำดับ	เป้าหมาย	ตัวชี้วัด
		การตรวจวัดและควบคุมแบบไร้สาย โดยการตั้งค่าให้น้ำและปุ๋ยด้วยระบบอัตโนมัติได้ อีกทั้งยังลดความเสี่ยงในการเกิดความเสียหายแก่ผลผลิต เนื่องจากสามารถควบคุมการให้น้ำตามความต้องการของพืช และควบคุมสภาวะแวดล้อมให้ใกล้เคียงกับสภาวะที่เหมาะสมได้

ตารางที่ 23 ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบต้นแบบเทคโนโลยีการตรวจวัดและควบคุมแบบไร้สาย ภายใต้โครงการฯ จากเกษตรกรในพื้นที่เป้าหมายทั้ง 5 ราย

หัวข้อ	ลำดับที่	ประเด็น	ร้อยละความพึงพอใจ
1. ด้านข้อมูล	1	ครอบคลุมตามความต้องการในการใช้งาน	95.00
	2	ความถูกต้องของข้อมูล	90.00
	3	ความสะดวกในการเรียกดูข้อมูลและสืบค้นข้อมูล	90.00
	4	การเข้าถึงระบบทำได้ง่ายและรวดเร็ว	70.00
	5	รายงานข้อมูลได้ตามต้องการ	85.00
2. ด้านการออกแบบ	6	เมนูใช้งานง่าย	85.00
	7	การจัดรูปแบบง่ายต่อการใช้งาน	90.00
	8	ความเร็วในการแสดงผลข้อมูล	75.00
	9	ข้อความสื่อความหมายชัดเจน	95.00
	10	ความเหมาะสมของรูปแบบการรายงานผล	90.00
3. ด้านการนำไปใช้งาน	11	ข้อมูลมีประโยชน์ต่อการนำไปใช้ต่อยอด	95.00
	12	เป็นสื่อในการเผยแพร่และประชาสัมพันธ์	90.00
	13	ระบบมีประสิทธิภาพในการใช้งาน	95.00
		<b>ค่าเฉลี่ยโดยรวม</b>	<b>88.08</b>

**ข้อเสนอแนะ** จากเกษตรกรจำนวน 5 ราย สรุปได้ว่า ระบบใช้งานได้ดี ง่ายต่อการใช้งาน และช่วยลดเวลาในการให้น้ำ นอกจากนี้ยังสามารถเป็นจุดเรียนรู้แก่ผู้ที่สนใจได้เป็นอย่างดี แต่ยังมีข้อขัดข้องของระบบ คือ ค้างและดาวน์โหลดช้า จึงมีข้อเสนอแนะให้มีการพัฒนาต่อยอดระบบให้มีความเสถียร เพื่อให้ระบบมีการใช้งานที่มีประสิทธิภาพและแม่นยำมากยิ่งขึ้น

## 5.2) ข้อเสนอแนะ

- 5.2.1) เกษตรกรสามารถนำองค์ความรู้ด้านสภาพแวดล้อมจากระบบตรวจวัดและควบคุมแบบไร้สายที่ใช้ในการปลูกพืชทั้ง 5 แห่ง เป็นแนวทางในการปลูกพืชได้ อย่างไรก็ตาม เกษตรกรยังต้องมีการปรับค่าหรือควบคุมสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ให้เหมาะสมกับพื้นที่นั้นๆ เนื่องจากสภาพแวดล้อมในแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกัน เช่น ค่าความชื้นดินที่จะมีความผันแปรไปตามคุณสมบัติในการอุ้มน้ำของดินแต่ละชนิด เป็นต้น
- 5.2.2) การปรับปรุงพฤติกรรมของเกษตรกรให้เกิดการยอมรับ เชื่อมมั่นและมั่นใจในการใช้ระบบเกษตรสมัยใหม่นั้น มีส่วนสำคัญอย่างมากต่อการพัฒนาเกษตรสมัยใหม่ ซึ่งอาจต้องอาศัยความร่วมมือจากหน่วยงานภาครัฐให้เข้ามามีส่วนร่วมในการขับเคลื่อนให้เกษตรกรสามารถเข้าถึงและเข้าใจการใช้งานระบบเกษตรสมัยใหม่ เพื่อเพิ่มศักยภาพในการผลิตสินค้าเกษตรของไทยให้มากยิ่งขึ้น
- 5.2.3) ต้องให้ความรู้กับเกษตรกรเรื่องความเสี่ยงและการจัดการความเสี่ยง เนื่องจากการไม่เข้าใจความเสี่ยงทำให้บางครั้งเกษตรกรลงทุนเพิ่มเติมโดยได้ผลลัพธ์ไม่คุ้มค่าการลงทุน เรียกว่าเสี่ยงไม่เป็นคือเสี่ยงตายนั่นเอง รวมทั้งต้องให้ความรู้กับเกษตรกรในเรื่องเศรษฐศาสตร์เบื้องต้นที่เกี่ยวกับจุดคุ้มทุนและระยะเวลาคืนทุนด้วย

## บรรณานุกรม

- กรมชลประทาน. 2554. คู่มือการคำนวณการใช้น้ำของพืช. ค้นเมื่อ 25 กันยายน 2566, จาก <http://ridceo.rid.go.th/buriram/download/manual-07.pdf>.
- กรมชลประทาน. ม.ป.ป. ข้อมูลการใช้น้ำของพืชในภาคกลาง. ค้นเมื่อ 17 มีนาคม 2566, จาก [http://water.rid.go.th/hwm/cropwater/CWRdata/ET/et\\_central.pdf](http://water.rid.go.th/hwm/cropwater/CWRdata/ET/et_central.pdf).
- กรมพัฒนาที่ดิน. 2540. การจัดการดินและพืชเพื่อปรับปรุงบำรุงดินอินทรีย์วัตถุต่ำ. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- กรมพัฒนาที่ดิน. 2547. การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน. ค้นเมื่อ 24 พฤษภาคม 2566, จาก [http://r07.ldd.go.th/Web/12\\_Major/Data/paper9.pdf](http://r07.ldd.go.th/Web/12_Major/Data/paper9.pdf).
- กรมวิชาการเกษตร. 2556. ทดสอบและพัฒนาระบบการจัดการน้ำในสวนลำไย. รายงานโครงการวิจัย ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่ กรมวิชาการเกษตร. เชียงใหม่.
- กรมวิชาการเกษตร. 2561. การผลิตทุเรียนภาคใต้ตอนล่าง. ค้นเมื่อ 26 พฤษภาคม 2566, จาก <https://www.doa.go.th/oard8/wp-content/uploads/2020/09/%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%9C%E0%B8%A5%E0%B8%B4%E0%B8%95%E0%B8%97%E0%B8%B8%E0%B9%80%E0%B8%A3%E0%B8%B5%E0%B8%A2%E0%B8%99%E0%B8%A0%E0%B8%B2%E0%B8%84%E0%B9%83%E0%B8%95%E0%B9%89%E0%B8%95%E0%B8%AD%E0%B8%99%E0%B8%A5%E0%B9%88%E0%B8%B2%E0%B8%87n.pdf>.
- กรมวิชาการเกษตร. 2563. การจัดการการผลิตมังคุด. ค้นเมื่อ 8 สิงหาคม 2566, จาก <https://www.doa.go.th/hort/wp-content/uploads/2020/01/%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%9C%E0%B8%A5%E0%B8%B4%E0%B8%95%E0%B8%A1%E0%B8%B1%E0%B8%87%E0%B8%84%E0%B8%B8%E0%B8%94.pdf>.
- กรมวิชาการเกษตร. ม.ป.ป. การผลผลิตมะเขือเทศ. ค้นเมื่อ 17 มีนาคม 2566, จาก <https://www.doa.go.th/hort/wp-content/uploads/2020/01/%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%9C%E0%B8%A5%E0%B8%B4%E0%B8%95%E0%B8%A1%E0%B8%B0%E0%B9%80%E0%B8%82%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B9%80%E0%B8%97%E0%B8%A8.pdf>.
- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2551. คู่มือนักวิชาการส่งเสริมการเกษตร (ทุเรียน). พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ.
- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2551. ลำไย. โรงพิมพ์สำนักงานส่งเสริมและจัดการสินค้าเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร. กรุงเทพฯ.

- กรุง สีตะชน. 2555. การปลูกมะเขือเทศเชอร์รี่ในภาคกลาง. ศูนย์วิจัยและพัฒนาพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- กองเกษตรเคมี. 2537. ผลวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในมูลสัตว์ชนิดต่างๆ. กองเกษตรเคมี. กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ. ค้นเมื่อ 25 กรกฎาคม 2566, จาก [https://osd101.ldd.go.th/q/manual/table\\_compost.pdf](https://osd101.ldd.go.th/q/manual/table_compost.pdf).
- กองปฐพีวิทยา. 2542. ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพ. เอกสารวิชาการ. กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ. 238 หน้า.
- คำนึ่ง คำอุดม. 2543. แดงแคนตาลูป. สำนักพิมพ์ฐานเกษตรกรรม, นนทบุรี.
- จานุลักษณ์ ขนบดี. 2562. การปรับปรุงพันธุ์และผลิตเมล็ดพันธุ์พืชวงศ์แตง (Cucurbits Breeding and Seed Production). บริษัท โอ. เอส. พรินติ้ง เฮาส์ จำกัด, กรุงเทพฯ.
- เฉลิมชัย เอี่ยมสะอาด. 2565. เอกสารประกอบการบรรยาย การบริหารจัดการน้ำให้เหมาะสมกับความต้องการของทุเรียน โดยระบบ smart technology. ปทุมธานี: สถาบันการจัดการเทคโนโลยีและนวัตกรรมเกษตร สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.
- ชฎานิชษฐ์ นกแก้ว. 2563. มะเขือเทศพันธุ์ใหม่ ต้านไวรัสใบหงิก เกษตรกรปลอดภัย-ลดต้นทุน. ค้นเมื่อ 21 กุมภาพันธ์ 2566, จาก <https://www.bangkokbiznews.com/tech/868855>.
- ชิตี ศรีตันทิพย์. 2556. การผลิตลำไยนอกฤดู. สถาบันวิจัยเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง. 124 หน้า.
- ซูเปอร์โปรดักส์ จำกัด. 2565. คู่มือด้านระบบน้ำ. ม.ป.ท.: ม.ป.พ.
- แซนสฟลาย. 2560. การใช้ไวรัส NPV ควบคุมแมลงศัตรูพืช. ค้นเมื่อ 25 กันยายน 2566, จาก <http://www.sansfly.com/2017/11/npv.html>
- ณัฐกิตติ์ ทรายขาว. 2561. การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงินในการผลิตเมลอนระบบไฮโดรโปนิกส์ ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ธุรกิจการเกษตร) สาขาวิชาธุรกิจการเกษตร ภาควิชาเศรษฐศาสตร์เกษตรและทรัพยากร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ดิเรก ทองอร่าม. 2547. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. พิมพ์ครั้งที่ 3. ราชบุรี: สำนักพิมพ์ธรรมรักษการพิมพ์.
- ทศพร แจ้งจรัส และ ชัยฤกษ์ สงวนทรัพย์การ. 2525. การผลิตเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศลูกผสม. วารสารพืชสวน. ปีที่ 17 ฉบับที่ 1 หน้า 19-27.
- ธงชัย เนมขุนทด. 2531. แคนตาลูป. เรื่องแสงการพิมพ์, กรุงเทพฯ.
- ธรรมศักดิ์ ทองเกต. 2545. การปลูกแตงเทศ: เอกสารเผยแพร่. นครปฐม: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม.

- ธรรมศักดิ์ ทองเกตุ. 2549. การปลูกแตงเทศ. ค้นเมื่อ 21 กรกฎาคม 2565, จาก <http://www.ku.ac.th/emagazine/dec49/agri/cantaloup.html>.
- ฉัญลีณี สมงามทรัพย์, ปริญญา ชุลกะ และพิจิตรา แก้วสอน. 2564. ผลของการจัดการการให้น้ำต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของเมลอนที่ปลูกในโรงเรือน. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 29 (5).
- ฉติพัฒน์ วิเปลิ้น. 2554. ผลของธาตุอาหารพืชและความชื้นในดินต่อการเจริญเติบโต และคุณภาพของแตงเทศ 4 พันธุ์. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท), มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- นภาพร จิตต์ศรีธธา และวัชรวิทย์ รัชมี. 2562. ผลของชนิดวัสดุปลูกที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของเมลอน (Cucumis melo L.). วารสารวิจัยไร่ไพพรรณ 13 (2): 17-24.
- นภาพร เวชกามา และพีระยศ แข็งขัน. 2561. การปรับปรุงคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ด้วยเทคนิค Seed priming. เกษตรพระวรุณ. 15(1). 17-30.
- นาวิต้าฟาร์ม. 2562. เมล่อนสายพันธุ์ญี่ปุ่นแท้. ค้นเมื่อ 6 สิงหาคม 2566, จาก <https://navitafarm.com/%E0%B8%94%E0%B8%B9%E0%B8%9A%E0%B8%97%E0%B8%84%E0%B8%A7%E0%B8%B2%E0%B8%A1-60849-%E0%B9%80%E0%B8%A1%E0%B8%A5%E0%B9%88%E0%B8%AD%E0%B8%99%E0%B8%AA%E0%B8%B2%E0%B8%A2%E0%B8%9E%E0%B8%B1%E0%B8%99%E0%B8%98%E0%B8%B8%E0%B9%8C%E0%B8%8D%E0%B8%B5%E0%B9%88%E0%B8%9B%E0%B8%B8%E0%B9%88%E0%B8%99%E0%B9%81%E0%B8%97%E0%B9%89.html>.
- นิพนธ์ ไชยมงคล. 2544. ฐานข้อมูลพืชผัก. ค้นเมื่อ 28 กรกฎาคม 2565, จาก [http://www.agricprod.mju.ac.th/vegetable/File\\_link/melon.pdf](http://www.agricprod.mju.ac.th/vegetable/File_link/melon.pdf)
- บุญมี ศิริ. 2552. การกำเนิดพัฒนาการและการสุกแก่ของเมล็ด. วิทยาการเมล็ดพันธุ์. ขอนแก่น: คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- พาวิน มะโนชัย ยุทธนา เขาสุมรุ ชิตี ศรีตันทิพย์ และสันติ ช่างเจรจา. 2547ก. เทคโนโลยีการผลิตลำไย. หจก. สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์. กรุงเทพฯ. 128 หน้า.
- พาวิน มะโนชัย, วรินทร์ สุทนต์, จิรนนท์ เสนานานู, บุญชาติ คดีวัฒน์ และสุรัชย์ ศาลิรัศ. 2550. การผลิตลำไยนอกฤดู. แม่โจ้ปริทัศน์. กันยายน-ตุลาคม. 13-17.
- พีพีเมล็ดพันธุ์. 2566. เมล่อน ร็อกกี้ฟอร์ด - Rocky Ford Green Flesh Melon. ค้นเมื่อ 6 สิงหาคม 2566, จาก <https://www.ppseeds.com/product/164/%E0%B9%80%E0%B8%A1%E0%B8%A5%E0%B9%88%E0%B8%AD%E0%B8%99-%E0%B8%A3%E0%B9%87%E0%B8%AD%E0%B8%84%E0%B8%81%E0%B8%B5%E0%B9%89%E0%B8%9F%E0%B8%AD%E0%B8%A3%E0%B9%8C%E0%B8%94-rocky-ford-green-flesh-melon>.

- พีรพงษ์ แสงนวนวงศ์กุล. 2551. การเจริญเติบโตและการพัฒนาของผลทุเรียนพันธุ์หมอนทองและอิทธิพลของเอทีฟอนในระยะก่อนเก็บเกี่ยว. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. ภาควิชาพืชสวน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. หน้า 116.
- ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2541. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- มณีฉัตร นิกรพันธุ์. 2546. การปรับปรุงพันธุ์และผลิตเมล็ดพันธุ์ผักกูดผสม. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- มนู โป้สมบุรณ์. 2557. คู่มือการผลิตผลไม้ส่งออกฤดู. กรุงเทพฯ, ISBN: 978-616-358-038-2.
- มุกดา สุขสวัสดิ์. 2547. วัสดุปลูกพืช. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน, กรุงเทพฯ.
- เมล่อนเซ็นเตอร์. ม.ป.ป. ค้นเมื่อ 25 กรกฎาคม 2566, จาก [http://www.meloncenter.com/en/index.php?option=com\\_content&view=article&id=29&Itemid=2](http://www.meloncenter.com/en/index.php?option=com_content&view=article&id=29&Itemid=2).
- ยุพยงษ์ สุทธิธรรม. 2542. การปลูกแตงแคนตาลูป. โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ.
- รอยด้วยเกษตร. ม.ป.ป. เมล็ดรีออคกีเนื้อสีส้ม(100s). ค้นเมื่อ 6 สิงหาคม 2566, จาก <https://www.rich-farmers.com/product/38322-29847/%E0%B9%80%E0%B8%A1%E0%B8%A5%E0%B9%87%E0%B8%94%E0%B8%A3%E0%B9%87%E0%B8%AD%E0%B8%84%E0%B8%81%E0%B8%B5%E0%B9%89%E0%B9%80%E0%B8%99%E0%B8%B7%E0%B9%89%E0%B8%AD%E0%B8%AA%E0%B8%B5%E0%B8%AA%E0%B9%89%E0%B8%A1100s>.
- วาสนา วงษ์ใหญ่. 2555. พฤษศาสตร์พืชเศรษฐกิจมะพร้าว. ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม.
- วิทยา สุริยาภณานนท์. 2523. ดินผสมพืชสวน. ข่าวสารเกษตรศาสตร์ 26 (4): 12–23.
- วินัย วิริยะอลงกรณ์ จิรนนท์ เสนานาญ Wolfram Spreer และ โชติพงศ์ กาญจนประโชติ. 2559. ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการพัฒนาในรอบปี ผลผลิตและคุณภาพของผลลำไยพันธุ์อีดอในภาคเหนือของประเทศไทย. โครงการความร่วมมือศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ กับมหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่. 103 หน้า.
- วินัย วิริยะอลงกรณ์. 2564. ผลของสารโพแทสเซียมคลอไรด์ต่อความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในเขตราก พืชการชักนำการเปิดปิดของปากใบและคุณภาพของผลลำไย. วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร, 38 (1), 12–27.
- วิศรุต สันมาแอ. 2563. เทคโนโลยีการผลิตเมล็ดพันธุ์ มะเขือเทศ. ค้นเมื่อ 19 กันยายน 2566, จาก <https://www.doa.go.th/hort/wp-content/uploads/2020/03/%E0%B9%80%E0%>

[B8%97%E0%B8%84%E0%B9%82%E0%B8%99%E0%B9%82%E0%B8%A5%E0%B8%A2%E0%B8%B5%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%9C%E0%B8%A5%E0%B8%B4%E0%B8%95%E0%B9%80%E0%B8%A1%E0%B8%A5%E0%B9%87%E0%B8%94%E0%B8%9E%E0%B8%B1%E0%B8%99%E0%B8%98%E0%B8%B8%E0%B9%8C%E0%B8%A1%E0%B8%B0%E0%B9%80%E0%B8%82%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B9%80%E0%B8%97%E0%B8%A8-2.pdf](https://www.sorndangkarnkaset.com/detail_product.php?no_p=1000833).

ศรแดงการเกษตร. ม.ป.ป. เมล็ดพันธุ์มะเขือเทศพันธุ์ทับทิมแดง. ค้นเมื่อ 28 กุมภาพันธ์ 2566, จาก [https://www.sorndangkarnkaset.com/detail\\_product.php?no\\_p=1000833](https://www.sorndangkarnkaset.com/detail_product.php?no_p=1000833).

ศิริพร วรกุลดำรง, นาฏสุดา ภูมิงานงค์, เตือนใจ ดุลจินดาชบาพร และชมภูจันท์. 2554. เพื่อศึกษารูปแบบการแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศต่อการผลิตทุเรียนในจังหวัดจันทบุรี. โครงการพัฒนา และส่งเสริมความร่วมมือเครือข่ายนักวิจัยศูนย์วิจัยสิ่งแวดล้อม. ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม.

ศุภัศรชา อภิตติกร, ศิริษฐ์สพล หนูพรหม และศุจิรัตน์ สรประสิทธิ์. 2563. การเจริญเติบโตและผลผลิตของเมลอน 4 พันธุ์ที่ปลูกภายใต้โรงเรือนในจังหวัดสงขลา. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 28(8). 1450–1461.

ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี. ม.ป.ป. การจัดการน้ำในสวนทุเรียนสำหรับชาวสวนยุคใหม่. ค้นเมื่อ

26 พฤษภาคม 2566, จาก [https://www.doa.go.th/hc/chanthaburi/?page\\_id=1920](https://www.doa.go.th/hc/chanthaburi/?page_id=1920)

สถาบันถ่ายทอดเทคโนโลยีและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย. 2565. การปลูกเมลอนอินทรีย์.

ค้นเมื่อ 16 ตุลาคม 2566, จาก [https://lifelong.crru.ac.th/assets/file/course/course\\_file\\_1670904071.pdf](https://lifelong.crru.ac.th/assets/file/course/course_file_1670904071.pdf).

สถาบันถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชน. 2564. คู่มือการจัดการสวนลำไย การจัดการความรู้ และถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตลำไยคุณภาพดี ต้นทุนต่ำ. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงใหม่.

สถาบันวิจัยและพัฒนา. มหาวิทยาลัยสวนดุสิต. 2566. คู่มือการปลูกและดูแลเมลอนในโรงเรือน. ค้นเมื่อ

2 พฤศจิกายน 2566, จาก [https://image.makewebeasy.net/makeweb/0/L49WYjz7n/Document/%E0%B8%84%E0%B8%B9%E0%B9%88%E0%B8%A1%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%9B%E0%B8%A5%E0%B8%B9%E0%B8%81%E0%B9%80%E0%B8%A1%E0%B8%A5%E0%B8%AD%E0%B8%99.pdf?v=202305101549&fbclid=IwAR0jSkbRsFz-b\\_Enft5ENkxYciVDx1GgDmWzQMZ2BmaCEzVSboduwSqp5Q](https://image.makewebeasy.net/makeweb/0/L49WYjz7n/Document/%E0%B8%84%E0%B8%B9%E0%B9%88%E0%B8%A1%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%9B%E0%B8%A5%E0%B8%B9%E0%B8%81%E0%B9%80%E0%B8%A1%E0%B8%A5%E0%B8%AD%E0%B8%99.pdf?v=202305101549&fbclid=IwAR0jSkbRsFz-b_Enft5ENkxYciVDx1GgDmWzQMZ2BmaCEzVSboduwSqp5Q).

สนั่น ขำเลิศ. 2522. หลักและวิธีการขยายพันธุ์พืช. นำอักษรการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

- สมชาย องค์กรประเสริฐ วินัย วิริยะอลงกรณ์ เสกสันต์ อุตสาหานนท์ และสุพจน์ เอี้ยงกฤษกร. 2549. การให้น้ำชลประทานและปุ๋ยทางระบบน้ำโดยสปริงเกลอร์สำหรับสวนลำไยในที่ดอน. รายงานฉบับสมบูรณ์ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, โครงการความร่วมมือกับต่างประเทศ ไทย-เยอรมัน ประจำปี 2547. 110 หน้า.
- สมชาย องค์กรประเสริฐ. 2549. การให้น้ำลำไย. โรงพิมพ์มิ่งเมือง. เชียงใหม่. 19-24.
- สมบัติ สราญวัฒน์. 2560. ราซินีฟิชตระกูลแตง เมลอน ฟิชทำเงิน ปลุกได้ราคางาม. ชุมทรัพย์เทวดา. กรุงเทพฯ.
- สมภพ พานทอง. 2556. การพัฒนาวัสดุเพาะกล้าที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นกล้า และวัสดุปลูก ที่มีประสิทธิภาพควบคุมโรคโคนเน่าของมะเขือเทศ ซึ่งเกิดจากเชื้อรา *Sclerotium rolfsii*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาวิทาลัยเกษตรศาสตร์.
- สังคม เตชะวงศ์เสถียร. 2547. สรีรวิทยาการผลิตพืช. มหาวิทยาลัยขอนแก่น: ภาควิชาพืชศาสตร์และ ทรัพยากรการเกษตร, คณะเกษตรศาสตร์.
- สำนักงานเกษตรและสหกรณ์ จังหวัดอ่างทอง. 2563. การทำปุ๋ยหมักมูลวัว หรือปุ๋ยคอกหมัก. ค้นเมื่อ 30 มีนาคม 2566, จาก [https://www.opsmoac.go.th/angthong-local\\_wisdom-preview-421091791839](https://www.opsmoac.go.th/angthong-local_wisdom-preview-421091791839).
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2561.สถานการณ์การผลิตมะเขือเทศ. ค้นเมื่อ 17 มีนาคม 2566, จาก <https://mis-app.oae.go.th/product/%E0%B8%A1%E0%B8%B0%E0%B9%80%E0%B8%82%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B9%80%E0%B8%97%E0%B8%A8%E0%B8%9A%E0%B8%A3%E0%B8%B4%E0%B9%82%E0%B8%A0%E0%B8%84>.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2564. มะเขือเทศ: เนื้อที่เพาะปลูก เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่พันธุ์โรงงานและบริโภค ปี 2564. ค้นเมื่อ 17 มีนาคม 2566. <https://www.oae.go.th/assets/portals/1/fileups/prcaidata/files/tomato%2064.pdf>.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2565. มะเขือเทศ: เนื้อที่เพาะปลูก เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่พันธุ์โรงงานและบริโภค ปี 2565. ค้นเมื่อ 17 มีนาคม 2566, จาก <https://www.oae.go.th/assets/portals/1/fileups/prcaidata/files/tomato%2065.pdf>.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2565. ลำไย: เนื้อที่ยืนต้น เนื้อที่ให้ผล ผลผลิต และผลผลิตต่อเนื้อที่ให้ผล ระดับประเทศ ภาค และจังหวัด ปี 2564. ค้นเมื่อ 16 กันยายน 2566, จาก <https://www.oae.go.th/view/1/%E0%B8%95%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%B2%E0%B8%87%E0%B9%81%E0%B8%AA%E0%B8%94%E0%B8%87%E0%B8%A3%E0%B8%B2%E0%B8%A2%E0%B8%A5%E0%B8%B0%E0%B9%80%E0%B8>

<http://www.oae.go.th/view/1/%E0%B8%95%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%B2%E0%B8%87%E0%B9%81%E0%B8%AA%E0%B8%94%E0%B8%87%E0%B8%A3%E0%B8%B2%E0%B8%A2%E0%B8%A5%E0%B8%B0%E0%B9%80%E0%B8%AD%E0%B8%B5%E0%B8%A2%E0%B8%94%E0%B8%A5%E0%B8%B3%E0%B9%84%E0%B8%A2/TH-TH>

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2565. สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้ม ปี 2566. หน้า 125–132.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2566. ลำไย: เนื้อที่ยืนต้น เนื้อที่ให้ผล ผลผลิต และผลผลิตต่อเนื้อที่ให้ผล ระดับประเทศ ภาค และจังหวัด ปี 2565. ค้นเมื่อ 16 กันยายน 2566, จาก <https://www.oae.go.th/view/1/%E0%B8%95%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%B2%E0%B8%87%E0%B9%81%E0%B8%AA%E0%B8%94%E0%B8%87%E0%B8%A3%E0%B8%B2%E0%B8%A2%E0%B8%A5%E0%B8%B0%E0%B9%80%E0%B8%AD%E0%B8%B5%E0%B8%A2%E0%B8%94%E0%B8%A5%E0%B8%B3%E0%B9%84%E0%B8%A2/TH-TH>.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2566. สารสนเทศเศรษฐกิจการเกษตรรายสินค้า ปี 2565. หน้า 45–46. สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 จังหวัดขอนแก่น กรมวิชาการเกษตร. 2563. เทคโนโลยีการผลิตมะเขือเทศแบบผสมผสาน. ค้นเมื่อ 25 มกราคม 2564, จาก [http://oard3.doa.go.th/oard3/responsive\\_filemanager/source/News63/KM.pdf](http://oard3.doa.go.th/oard3/responsive_filemanager/source/News63/KM.pdf).

สำนักส่งเสริมและจัดการสินค้าเกษตร. ม.ป.ป. ข้อมูลสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต และให้ผลผลิต (Crop Requirement) ของมะเขือเทศ. ค้นเมื่อ 25 กุมภาพันธ์ 2566, จาก [http://www.agriman.doae.go.th/home/t.n/t.n1/5vegetable\\_Requirement/003\\_Tomato.pdf](http://www.agriman.doae.go.th/home/t.n/t.n1/5vegetable_Requirement/003_Tomato.pdf).

สำนักสำรวจดินและวิจัยทรัพยากรดิน. 2557. สมบัติที่สำคัญ ๆ ของดิน. ค้นเมื่อ 25 กรกฎาคม 2565, จาก [http://oss101.ddd.go.th/web\\_AboutSoils/AboutSoilProperty57.htm](http://oss101.ddd.go.th/web_AboutSoils/AboutSoilProperty57.htm)

สุขวัญ จันทรรณิก, อัมพิกา ปุณนจิต และเสริมสุข สลักเพ็ชร. 2551. การเตรียมสภาพของต้นให้พร้อมเพื่อการออกดอก. จันทบุรี: ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี.

สุชีลา เตชะวงศ์เสถียร, มณียา ตันเปาว์, ธัญญรัตน์ ตาอินต๊ะ, ญาณิศา แสงสอดแก้ว, และ นุชรีพรานัก. 2562. คู่มือผลิตและการจัดการมะเขือเทศ. ศูนย์วิจัยปรับปรุงพันธุ์พืชเพื่อการเกษตรที่ยั่งยืน มหาวิทยาลัยขอนแก่น มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สุพิงศ์ ถิ่นเขาน้อย. 2558. เมล่อน & แคนตาลูป เงินล้าน. กรุงเทพฯ นาคา อินเตอร์มีเดีย.

สมิตร คุณเจตน์, ยศพล ผลาผล และนริศ สุขสวัสดิ์. 2559. อิทธิพลของสภาพอากาศที่มีต่อการออกดอกและติดผลของทุเรียนพันธุ์หมอนทอง. วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์ ปีที่ 3 ฉบับพิเศษ (I): M04/101–107.

- สุมิตร คุณเจตน์. 2561. การศึกษาปริมาณความต้องการน้ำและวิธีการให้น้ำที่เหมาะสมสำหรับทุเรียน พันธุ์หมอนทอง. โครงการวิจัยประเภทงบประมาณเงินรายได้จากเงินอุดหนุนจากรัฐบาล (งบประมาณแผ่นดิน) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561. มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สุเมธ รอดศิริ. 2558. การพัฒนาขุมมะพร้าวหมักเป็นวัสดุเพาะกล้า. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- องค์ความรู้เพื่อการพัฒนาพื้นที่สูงอย่างยั่งยืน. 2558. มะเขือเทศเชอร์รี่. ค้นเมื่อ 30 มีนาคม 2566, จาก <https://hkm.hrdi.or.th/knowledge/detail/54>.
- อภิชาติ อนุกุลอำไพ, วิบูลย์ บุญยธโรกุล, วราวุธ วุฒิวิชัย, โกวิท ทั่วมเสงี่ยม และมนตรี คำชู. 2524. คู่มือการชลประทานระดับไร่นา. ภาควิชาวิศวกรรมเกษตรและอาหาร สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย.
- อภิชาติ ศรีสอาด และพัชรี สำโรงเย็น. 2559. เมลอนคนเมือง. นาคา อินเทอร์เน็ตมีเดีย จำกัด สมุทรสาคร.
- อานัฐ ตันโซ. 2548. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. พิมพ์ครั้งที่ 1. Trio advertising & media Co., Ltd., เชียงใหม่.
- อารักษ์ อีรอำพน. 2555. ความแปรปรวนทางพันธุกรรมของการเจริญเติบโตและผลผลิตในการผสมระหว่างแตงไทยกับแตงแคนตาลูป. รายงานการวิจัย. สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี สุรนารี.
- เอกรัฐ ชะอุ่มเอียด และ เดือนแรม แพ่งเกี้ยว. 2562. การควบคุมความชื้นในดินสำหรับโรงเรือนเมลอน. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย 11 (2): 269–278.
- Abdalla, A.A., and K. Verkerk. 1968. Growth, flowering, and fruit set of the tomato at high temperature. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 16, 71–76.
- Adams, S.R., and C.K. Crj 2001. Effect of temperature on the growth and development of tomato fruits, *J. Annals of Botany*, 2001, 88 (5): 869–877.
- Adil, W. H., N. Sunarlim, and I. Roostika. (2006). Effect of three types of nitrogen fertilizer on vegetable crops. *Biodiversitas*, 7 (1), 77–80.
- Ahmadi-Mirabad, A., M. Lotfi, and M.R. Roozban. 2014, Growth, yield, yield components and water-use efficiency in irrigated cantaloupes under full and deficit irrigation, *E. J. Bio*. 10: 79–84.
- AOSA. 2009. Seed Vigour Testing Handbook, Association of Official Seed Analysts, Ithaca, New York.

- Bakker, J.C. 1991. Analysis of humidity effects on growth and production of glasshouse fruit vegetables. Ph.D. thesis, Wageningen Agricultural University, Wageningen, p. 155.
- Bangun, A.P. 2004. Menangkal Penyakit dengan Jus Buah dan Sayuran (Ed. Revisi). AgroMedia. Jakarta.
- Barzegar, T., N. Heidaryan, H. Lotfi, and Z. Ghahremani. 2018, Yield, fruit quality and physiological responses of melon cv. Khatooni under deficit irrigation, *Adv. Hort. Sci.* 32: 451–458.
- Bohlenius, H., R. Overgaard, and H. Asp. 2016. Growth response of hybrid aspen (*Populusx wettsteinii*) and *Populus trichocarpa* to different pH levels and nutrient availabilities. *Canadian Journal of Forest Research*, 46 (11), 1367–1374.
- Bonnieplants. 2023. Creole Tomato. Retrieved on October 24, 2023, from <https://bonnieplants.com/products/creole-tomato>.
- Brandt, S., Z. Pek, and E. Barna. 2006. Lycopene content and colour of ripening tomatoes as affected by environmental conditions. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86: 568–572.
- Chai Y., C. Chen, X. Luo, Y. Ying, and X. Liu. 2021. Cohabiting plant-wearable sensor in situ monitors water transport in plant. *Advanced Science*, 8, 2003642 (1–12).
- Chanthaprom, S., 2015, *Planting melon in a greenhouse*, MIS Published, Bangkok, 129 p. (in Thai).
- Chen, S., Z.J. Zhou, M.N. Andersen. and T.T. Hu. 2015. Tomato yield and water use efficiency—coupling effects between growth stage specific soil water deficits. *Acta Agriculturae Sciendinavica, Section B- Soil & Plant Science*, 65 (5): 460–469.
- Cseke, L. J., C. R. Lu, A. Kornfeld, P. B. Kaufman, and A. Kirakosyan. 2006. How and why these compounds are synthesized by plant. In Cseke, L. J., A. Kirakosyan, P. B. Kaufman, S. L. Warber, J. A. Duke, and H. L. Brielmann. (Eds.). *Natural Products from Plants*. (pp. 51–100.). CRC Tayler & Fancis group.
- Digital School Thailand 4.0. n.d. Soil Horizon. Retrieved on February 28, 2023, from [http://www.digitalschool.club/digitalschool/science1\\_2\\_2/science14/page1\\_10.php](http://www.digitalschool.club/digitalschool/science1_2_2/science14/page1_10.php).
- Dong, J. M., L. Q. Yao, J. M. Zhang, J. H. Feng, and R. N. Sa. 2001. *Food additive manual* (in China). Beijing: China Agricultural University Press.

- Dumas, Y., M. Dadomo, G. Di Lucca, and P. Grolier. 2003. Effects of environmental factors and agricultural techniques on antioxidant content of tomatoes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83 (5), 369–382.
- Ekpong, B. 2014. A new, open-pollinated processing tomato, UBU 406. *Journal of Science and Technology*, 16 (1), 76–82.
- El-Aidy, F., M. El-Afry, and F. Ibrahim. 1989. The influence of shade nets on the growth and yield of sweet pepper Tomato and pepper production in the Tropics. In *International Symposium on Integrated Management Practices 21–26 Mar 1988 Tainan (Taiwán)*. Asian Vegetable Research and Development Center, Shanhua (Taiwán).
- Elfvig D. 1994. Flower formation and fruit set in apple: a primer. *Good Fruit Grower* December: 69–71
- Farm-th.desiguspro.com. 2015. Tomato. Retrieved on February 28, 2023, from <https://farm-th.desiguspro.com/posadka/ogorod/paslenovye/tomat/fioletovye-pyatna-na-listyah.html#i-3>.
- Fontenot, K., and R. Williams. 2016. Will the real Creole tomato please stand up? *Louisiana Agriculture* 59.2: 20–21.
- Georgelis, N. 2002. High Fruit Sugar Characterization, Inheritance and Linkage of Molecular Marker in Tomato. A Thesis Presented to the Graduate Scholl of the University of Florida in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science. University of Florida.
- ISTA. 2014. *International Rules for Seed Testing*. International Seed Testing Association, Brassersdorf, Switzerland.
- Johnny's selected seeds. 2023. Enroza Organic (F1) Tomato Seed. Retrieved in October 22, 2023, from <https://www.johnnyseeds.com/vegetables/tomatoes/beefsteak-tomatoes-enroza-organic-f1-tomato-seed-4329G.html>.
- Johnson R. S., D. F. Handley, and T. M. DeJong. 1992. Long term response of early maturing peach trees to postharvest water deficits. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 117: 881–6.
- Johnson, S.P., and W.C. Hall. 1953. Vegetative and Fruiting Responses of Tomatoes to High Temperature and Light Intensity. *Botanical Gazette*, 114, 449–460.

- Jones J. B. 2007. Tomato plant culture: in the field, Greenhouse, and home garden. 2<sup>nd</sup> edition. CRC press. Boca Raton, New York.
- Jones, L. 1990. Home Hydroponics. Grow Publishers Inc., New York.
- Kaspy. 2021. Organic Thomas Tomatoes. Retrieved on September 4, 2023, from [https://kaspy.com/products/%E0%B8%A1%E0%B8%B0%E0%B9%80%E0%B8%82%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B9%80%E0%B8%97%E0%B8%A8%E0%B9%82%E0%B8%97%E0%B8%A1%E0%B8%B1%E0%B8%AA%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B9%81%E0%B8%81%E0%B8%99%E0%B8%B4%E0%B8%84\\_1649658676003](https://kaspy.com/products/%E0%B8%A1%E0%B8%B0%E0%B9%80%E0%B8%82%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B9%80%E0%B8%97%E0%B8%A8%E0%B9%82%E0%B8%97%E0%B8%A1%E0%B8%B1%E0%B8%AA%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B9%81%E0%B8%81%E0%B8%99%E0%B8%B4%E0%B8%84_1649658676003)
- Kozłowski, T.T., and S.G. Pallardy. 1997. Physiology of Woody Plants. Academic Press Inc., San Diego.
- Kuo, H.C., B. K. Ahn Ronald, L. Dotson, E. Kenneth, and Jr. K. E. Woodard. 1979. In situ reduction of electrode overvoltage. Olin Corporation, New Haven, Conn. Nov. 21, 1977. 853,360.
- Kuzucu, C., and H. Ciftci. 2022. Quality of stored melon (*Cucumis melo* L.) seeds grown under different irrigation regimes. Applied ecology and environmental research, 20 (3).
- Langenhoven, P. 2018. Hydroponic tomato production in soilless culture. Indiana Horticultural Congress, February 13, 2018.
- Li, Y.J., B.Z. Yuan, Z.L. Bie, and Y. Kang. 2012, Effect of drip irrigation criteria on yield and quality of muskmelon grown in greenhouse conditions, Agric. Water Manage. 109: 30–35.
- Liu, H., A.W. Duan, J.S. Sun, and Y.Y. Liang. 2009. Effects of soil moisture regime on greenhouse tomato yield and its formation under drip irrigation. Ying Yong Sheng Tai Xue Bao. 2009 Nov; 20 (11): 2699–704.
- Liu, J., T. Hu, P. Feng, L. Wang, and S. Yang. 2019. Tomato yield and water use efficiency change with various soil moisture and potassium levels during different growth stages. PLoS ONE 14 (3).
- Masri M. 1999. Flowering, fruit set and fruitlet drop of durian (*Durio zibethinus* Murr.) under different soil moisture regimes. J. Trop. Agric. and Fd. Sc. 27 (1) (1999): 9–16.

- Mitsubish. 2019. Centrifugal Pump Mitsubish. Retrieved on March 20, 2021, from <https://www.yhmgroup.co.th/myadmin/fileupload/catalogue/MITSU.pdf>.
- Mitsubish. n.d. Centrifugal Pump with Flange Connection. Retrieved on March 20, 2021, from <https://www.meath-co.com/web/es-mit/uploadfile/Large%20land%20pump%20catalog.pdf>.
- Miwfood. n.d. Hamigua melon. Retrieved on July 24, 2023, from <https://www.miwfood.com/hami-malon/>.
- Monti, L. M. 1979. Interventi genetici per la difesa e la valorizzazione de1 San Marzano.
- Mygardenlife. 2023. Tomato ‘Creole’ (Lycopersicon hybrid). Retrieved on October 24, 2023, from <https://mygardenlife.com/plant-library/tomato-creole-lycopersicon-hybrid>.
- NSW Department of primary industry. n.d. Light in greenhouses. Retrieved on February 28, 2023, from <https://www.dpi.nsw.gov.au/agriculture/horticulture/greenhouse/structures-and-technology/light>.
- Nuruddin, M.M., C.A. Madramootoo, and G.T. Dodds. 2003. Effects of water stress at different growth stages on greenhouse tomato yield and quality. *Hortscience* 38 (7): 1389–1393.
- Ong H.T. and C.S. Lee.1981. Climatic influences on the transition to flowering and fruiting in *Durio zibethinus* Mrr. Proceedings of the 13th International Botanical Congress, Sydney, Australia, 21–28 August 1980. 246–260.
- Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. 2010. Growing Greenhouse Vegetables in Ontario. Publication 836.
- Patricia I. (1999) Recent techniques in fertigation of horticultural crops in Israel. Retrieved on June 15, 2022, from <http://www.ipipotash.org/presentn/rtifohc>.
- Pitrat, M. 2008. Melon (Vol. 1). New York: Springer.
- Plantprod. 2018. Electrical Conductivity & Fertilizer Concentration. Retrieved on February 28, 2023, from <https://www.plantprod.com/news/reading-your-rates-part-1/>.
- Puechkaset. 2017. Rain tree. Retrieved on February 28, 2023, from <https://puechkaset.com/%E0%B8%95%E0%B9%89%E0%B8%99%E0%B8%88%E0%B8%B2%E0%B8%A1%E0%B8%88%E0%B8%B8%E0%B8%A3%E0%B8%B5/>.

- Puechkaset. 2017. Rice husks and benefits of rice husks. Retrieved on February 28, 2023, from <https://puechkaset.com/%E0%B9%81%E0%B8%81%E0%B8%A5%E0%B8%9A/>.
- Resh, H.M. 2012. Hydroponic Food Production: A Definitive Guidebook for the Advanced Home Gardener and the Commercial Hydroponic Grower, CRC Press, Boca Raton, FL., 560.
- RijkZwaan. n.d. SOLARINO RZ F1 (72–150). Retrieved on February 28, 2023, from <https://www.rijkszwaan.co.za/find-your-variety/tomato/solarino-rz>.
- Salokhe, V. M., M. S. Babel, and H. J. Tantau. 2005. Water requirement of drip irrigated tomatoes grown in greenhouse in tropical environment. *Agricultural water management*, 71 (3), 225–242.
- Santipracha, W. 1997. Seed Technology. Department of Plant Science Faculty of Natural Resources. Prince of Songkla University. Songkla. (in Thai).
- Sato, S., M.M Peet, and J.F. Thomas. 2010. Physiological factors limit fruit set of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) under chronic, mild heat stress. *Plant Cell & Environment*, 2010, 23 (7): 719–726.
- Saure M.C. 2001. Blossom-end rot of tomato (*Lycopersicon esculentum*, Mill.)—a calcium- or a stress-related disorder? *Scientia Horticulturae*, 90 (3–4): 193–208.
- Senevirathna P. A. W. A. N. K., and W. A. M. Daundasekera. “Effect of post-harvest calcium chloride vacuum infiltration on the shelf life and quality of tomato (cv. ‘Thilina’),” *Ceylon Journal of Science*, vol. 39, no. 1, pp. 35–44, 2010.
- Sensoy, S., A. Ertek, I. Gedik, and C. Kucukyumuk. 2007. Irrigation frequency and amount effect yield and quality of field-grown melon (*Cucumis melo* L.), *Agric. Water Manage.* 88: 269–274.
- Shaari, A. R., M. Zainal Abidin, and O. Mohd. Shamsudin. 1985. Some aspects of pollination and fruit set in durian (*Durio zibethinus* Murr.) cv. D24. *Teknol. Buahbuahan, MARDI* 1(1): 1–4.
- Shaji, T. G., K. R. Pillai, K. H. Lim, S. Tham, and M. Zainal Abidin. 1992. Recent development in assisted cross-pollination to enhance yield of durian clone D24. *Proc. Durian Seminar 25 June 1992, Ipoh, Perak*, p. 63–70. Serdang: MARDI.

- Snyder, R. G. 1992. Greenhouse Tomato Handbook, Publication No. 1828. Mississippi State University, Cooperative Extension Service, USA, 30 pp.
- Soria, T., and J. Cuartero. 1998. Tomato fruit yield and water consumption with salty water irrigation. *Acta Hort. (ISHS)* 458, 215–220.
- Srikaow, P. 2016. Seed Coating for Anti-Counterfeiting Seeds. *King Mongkut's Agricultural J.* 34 (3) 157–163.
- Subhadrabandhu, S., and S. Ketsa. 2001. Durian “King of Tropical Fruit” Daphne Brasell Associates Ltd, Wellington. 179p.
- Syngenta. 2023. Thomas. Retrieved September 4, 2023, from <https://www.syngenta.co.za/products/seeds/vegetables/tomato-fresh-market/Thomas>
- Tasteatlas. 2023. Pomodoro S. Marzano dell'Agro Sarnese-Nocerino (San Marzano Tomatoes). Retrieved October 24, 2023, from <https://www.tasteatlas.com/pomodoro-s-marzano-dellagro-sarnese-nocerino>.
- Techapinyawat, S. 2005. Plant Physiology, Kasetsart University Press Published, Bangkok, 252.
- The digital tips. 2022. Marketing Strategy. Retrieved on October 25, 2023, from <https://thedigitaltips.com/blog/marketing/marketing-strategy/#2--targeting>.
- Theintactone. 2018. Marketing Mix. Retrieved on October 25, 2023, from <https://theintactone.com/2019/09/14/mm-u3-topic-1-marketing-mix/>.
- Tiwari, K.N., 2000. Annual Report. Plasticulture Development Centre, Agricultural and Food Engineering Department, IIT, Kharagpur, India.
- Traka-Mavrona, E., A. L. Tsivelikas, S. Samaras, N. Stavropoulos, and M. Koutsika-Sotiriou. 2012. Phylogenetic relationship among small-sized Santorini tomatoes and other local cultivars. In: Proceedings 25th Hellenic Scientific Congress of Hellenic Society of Horticulture Science, Lemesos, Cyprus, pp. 261–263.
- Udomprasert, N. 2015. Plant Stress Physiology, Chulalongkorn University Press Published, Bangkok, 237 p. (in Thai).
- USDA Nutrient Database for Standard Reference. 2019. Melons, cantaloupe, raw. Retrieved on June 11, 2023. <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/169092/nutrients>.

- Van Koot, Y., and W. Van Ravestijn. 1963. The germination of tomato pollen on the stigma, Proceedings of the 16<sup>th</sup> International Horticultural Congress, pp. 452–461.
- Watson B.J. 1984. Durian. In Tropical Tree Fruits for Australia. (Ed. P.E. Queensland) pp. 45–50. Brisbane. Australia: Department of Primary Industries.
- Wei J., G. Liu, D Liu., and Y Chen. 2017. Influence of irrigation during the growth stage on yield and quality in mango (*Mangifera indica* L). PLoS ONE 12 (4): e0174498. Retrieved on Jun 21, 2023, from <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0174498>.
- Whitaker, T. W., and G. N. Davis. 1962. Cucurbits. Botany, Cultivation and utilization. New York: Interscience Publishers Inc.
- Widaryanto, E., K.P. Wicaksono, and H. Najiyah. 2017. Drought effect simulation on the growth and yield quality of melon (*Cucumis melo* L.), J. Agron. 16: 147–153.
- Zainal Abidin, M., Z. Abd. Jamil, S. Abd. Razak, M. Masri, and M. Abd. Ghani. 1991. Amalan kultur. In *Penanaman durian* (Zainal Abidin, M., Ahmad Tarmizi, S. and Azizar, O., ed.) p. 20–35. Serdang: MARDI.

ภาคผนวก ก

[การทดสอบความทนทานของอุปกรณ์]

ภาคผนวก ข

[ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพีช 5 ชนิดในพื้นที่เป้าหมาย 5 แห่ง]

ภาคผนวก ค

[หลักสูตรการอบรม จำนวน 5 หลักสูตร]

ภาคผนวก ง  
[การจัดอบรมภายใต้โครงการฯ]

ภาคผนวก จ  
[ครุภัณฑ์ภายใต้โครงการฯ]



กองทุนวิจัยและพัฒนากิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม เพื่อประโยชน์สาธารณะ  
(สำนักงาน กสทช.)