

## ต้นแบบนวัตกรรมปลูกพืชแนวตั้งอัจฉริยะในพื้นที่จำกัด: ตรวจวัดความชื้นในดินและรดน้ำอัตโนมัติควบคุมผ่านแอปพลิเคชัน

ประภัสสร อ่อนรู้ที่\*, สุพรรณา เด่นหล้า\*\*, และสมใจ จิตคำนึงสุข\*\*\*

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาต้นแบบนวัตกรรมปลูกพืชแนวตั้งอัจฉริยะในพื้นที่จำกัด: ตรวจวัดความชื้นในดินและรดน้ำอัตโนมัติควบคุมผ่านแอปพลิเคชัน และ 2) ประเมินประสิทธิภาพการทำงานของต้นแบบนวัตกรรมปลูกพืชแนวตั้งอัจฉริยะในพื้นที่จำกัด: ตรวจวัดความชื้นในดินและรดน้ำอัตโนมัติควบคุมผ่านแอปพลิเคชัน โดยจัดเก็บข้อมูลและสำรวจการเจริญเติบโตของพืชในระยะเวลา 20 วัน จัดทำฐานข้อมูลโดยใช้กูเกิ้ลชีต ออกแบบต้นแบบหน้าจอและพัฒนาระบบควบคุมการรดน้ำผ่านแอปพลิเคชันบลิง ใช้แบบประเมินผลประสิทธิภาพการทำงานของระบบเป็นเครื่องประเมินผลตามวัตถุประสงค์และประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานต่อการใช้งานแอปพลิเคชัน เลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง จำนวน 30 คน หัวข้อการประเมิน 3 ด้าน คือ 1) ด้านความรู้และพฤติกรรมการปลูกพืชแนวตั้ง 2) ด้านความพึงพอใจและความต้องการใช้งานต่อเนื่อง และ 3) ด้านความง่ายและสะดวกในการใช้งานแอปพลิเคชัน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลจะเป็นสถิติเชิงพรรณนาประกอบด้วยค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่ามีความสอดคล้องตามวัตถุประสงค์ คือ 1) ต้นแบบนวัตกรรมปลูกพืชแนวตั้งอัจฉริยะในพื้นที่จำกัด: ตรวจวัดความชื้นในดินและรดน้ำอัตโนมัติควบคุมผ่านแอปพลิเคชันสามารถใช้งานได้จริง และ 2) ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบมีความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.08$ , S.D. = 0.62)

**คำสำคัญ:** ปลูกพืชแนวตั้ง, ความชื้นในดิน, รดน้ำอัตโนมัติ

\*นักศึกษา วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีดิจิทัล คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

\*\*อาจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีดิจิทัล คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

Corresponding author, Email: s6411423212@pkru.ac.th , Tel. 093-582-6408

## A Prototype of a smart vertical farming innovation in limited spaces: an soil moisture detection and watering system controlled via application

Prapatsorn Onrutee\*, Supansa Denlee\*, and Somjai Jitkamnuengsook\*\*

### Abstract

This research aimed to: 1) develop a prototype of a smart vertical farming innovation in limited spaces, a soil moisture detection and watering system controlled via application, and 2) evaluate the performance efficiency of the developed prototype. Data collection involved monitoring plant growth over a 20-day period, organizing the database using Google Sheets, designing a user interface prototype, and developing the watering control system through the Blynk application. The system's efficiency was evaluated using a performance assessment form aligned with the research objectives, along with a user satisfaction questionnaire. A purposive sampling method was employed with a total of 30 participants. The evaluation focused on three aspects: 1) knowledge and behavior related to vertical farming, 2) satisfaction and willingness to continue using the system, and 3) ease and convenience of application usage. Descriptive statistics, including mean and standard deviation, were used for data analysis. The results indicated that the developed prototype effectively met its objectives: 1) the prototype of a smart vertical farming innovation in limited spaces functioned effectively in detecting soil moisture and performing automated watering via an application, and 2) the overall user satisfaction with the system's performance was at a high level ( $\bar{X} = 4.08$ , S.D. = 0.62).

**Keywords:** vertical farming, soil moisture, automatic watering

---

\*Bachelor Student, Bachelor of Science in Digital Technology, Faculty of Science and Technology, PKRU

\*\* Lecturer, Department of Digital Technology, Faculty of Science and Technology, PKRU

Corresponding author, Email s6411423212@pkru.ac.th, Tel. 093-582-6408

### ความสำคัญของปัญหาการวิจัย

ในปัจจุบันการขยายตัวของเมืองมีผลกระทบโดยตรงกับสภาพปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เพิ่มมากขึ้น ทั้งด้านมลภาวะต่างๆ ทรัพยากรธรรมชาติที่ลดน้อยลงและถูกทำลายเพิ่มมากขึ้น การใช้ประโยชน์จากดินที่ไม่เหมาะสม รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงทางภูมิอากาศเป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อพื้นที่การทำเกษตรทั้งสิ้น ในขณะที่จำนวนประชากรทั่วโลกยังคงเพิ่มจำนวนมากขึ้น แหล่งเกษตรกรรมลดน้อยลง เกิดเป็นสังคมเมืองมากขึ้น เปลี่ยนวิถีชีวิตความเป็นอยู่กลายเป็นสังคมเมืองกลุ่มคนเมืองที่มีข้อจำกัดด้านพื้นที่อยู่อาศัย เช่น หอพัก อพาร์ทเมนต์ และคอนโดมิเนียมที่เป็นลักษณะตึกสูง ผู้คนนิยมบริโภคพืชผักผลผลิตทางเกษตรที่ปลอดภัยมากขึ้น เสาวนีย์ วิจิตรโกสม (2561) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับการเตรียมตัวและปรับตัวอย่างไรในการทำเกษตรกรรมในสถานการณ์ที่ผันแปร โดยยังคงสามารถรักษาวิถีชีวิตเกษตรกรไทยไว้ได้ ซึ่งการทำเกษตรกรรมในเมือง (Urban Framing) และการทำเกษตรกรรมแนวตั้ง (Vertical Farming) เป็นแนวคิดหนึ่งที่เกิดขึ้นและได้รับความสนใจมากขึ้น เริ่มมีการทำวิจัยและทดลองในหลายๆ ประเทศ เพื่อแก้ปัญหาของสังคมเมือง โดยเปลี่ยนรูปแบบการปลูกพืชเป็นแบบการปลูกในอาคารหรือโรงเรือนในลักษณะเป็นชั้น และใช้เทคโนโลยีต่างๆ เข้ามาช่วยในการเพาะปลูก ทั้งนี้ต้นแบบการทำเกษตรกรรมในอาคารแบบเต็มรูปแบบ เป็นการคิดค้นโดย Dickson Despommier (2011) ซึ่งจุดมุ่งหมายเริ่มต้นเพื่อตอบโจทย์การผลิตอาหารเลี้ยงประชากรที่มีจำนวนเพิ่มมากขึ้นในอนาคต แก้ไขปัญหาวิกฤตด้านน้ำและพลังงานของประเทศสหรัฐอเมริกา โดยได้เสนอแนวคิดเรื่องการทำเกษตรกรรมในพื้นที่จำกัดผ่านระบบแนวตั้งเพื่อเพิ่มผลผลิตและลดการใช้ทรัพยากร ขณะเดียวกัน ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีก็เอื้อให้การพัฒนา “เกษตรอัจฉริยะ (Smart Farming)” มีความเป็นไปได้มากขึ้น เช่น ระบบเซนเซอร์ตรวจวัดความชื้น การรดน้ำอัตโนมัติ และการควบคุมผ่านแอปพลิเคชันสมาร์ทโฟน ซึ่งช่วยลดภาระของผู้ปลูกและเพิ่มประสิทธิภาพในการดูแลพืช ชัยยงค์ เสริมผล และคณะ (2563) ได้ให้ข้อสรุปที่ว่า การนำเทคโนโลยีระบบควบคุมอัตโนมัติ (Smart Farm) หรือแอปพลิเคชันบนสมาร์ทโฟนมาใช้ในการจัดการแปลงเกษตร สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ ในการดูแลพืชได้อย่างเป็นระบบ ลดข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจากมนุษย์ได้ ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความสำคัญในการพัฒนาเครื่องมือที่มีลักษณะ “อัจฉริยะและกะทัดรัด” สำหรับปลูกพืชแนวตั้งในพื้นที่จำกัด นำระบบเซนเซอร์ตรวจวัดความชื้นดิน พร้อมกับเตรียมระบบรดน้ำอัตโนมัติที่สามารถควบคุมผ่านแอปพลิเคชันเข้าสู่ระบบเดียวกัน เพื่อสร้างนวัตกรรมที่ตอบสนองการใช้พื้นที่อย่างจำกัดของผู้ใช้งาน และส่งเสริมให้คนเมืองสามารถเข้าถึงวิถีเกษตรในแบบที่สอดคล้องกับวิถีชีวิตของตนเองมากขึ้น

SP Smart Plants (2563) ความชื้นในดินมีความสำคัญมากต่อการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งการควบคุมความชื้นของดินให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืชในแต่ละชนิด สามารถทำได้ด้วยการใช้เซนเซอร์เข้ามาช่วยตรวจวัด หากความชื้นในดินต่ำ สามารถเปิด/เพิ่มการให้น้ำ

เพื่อเพิ่มความชื้นให้กับดิน และหากความชื้นในดินสูง สามารถปิด/ลดการให้น้ำ ระดับความชื้นที่พืชสามารถรับได้จะคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ ดังนี้

1. ความชื้น 80% - 100% : สภาวะอันตรายต่อพืช ถ้ามีความชื้นสูงในระดับนี้เป็นเวลานานมีโอกาสมากที่จะทำให้รากเน่า หรือเกิดเชื้อราขึ้นได้
2. ความชื้น 70% - 79% : สภาวะดินแฉะ หากไม่ควบคุมให้ดี หรือปล่อยเป็นเวลานานก็อาจเข้าสู่สภาวะอันตรายได้
3. ความชื้น 50% - 69% : สภาวะที่พืชชอบ เนื่องจากพืชมีการเจริญเติบโตได้ดีที่สุดในสภาวะนี้

4. ความชื้น 40% - 49% : สภาวะแห้ง ควรเพิ่มความชื้นให้แก่ดิน เพื่อให้พืชเจริญเติบโตได้

5. ความชื้น 0% - 39% : สภาวะวิกฤติ สามารถทำให้พืชแห้งและเหี่ยวเฉาตายได้

Balasevic.net (2025) ความชื้นในดินที่เหมาะสมสำหรับพืชแต่ละชนิด ขึ้นอยู่กับชนิดของพืชและความต้องการเฉพาะของพืชนั้นๆ ระดับความชื้นที่เหมาะสมของดินสำหรับพืชส่วนใหญ่อยู่ระหว่าง 21-80% จำแนกระดับความชื้นที่เหมาะสมสำหรับผักและพืชอื่นๆ ได้ดังนี้

|                          |                         |         |
|--------------------------|-------------------------|---------|
| ต้นไม้ ดอกไม้ และพุ่มไม้ | ระดับความชื้นที่เหมาะสม | 21%-40% |
| ผัก                      | ระดับความชื้นที่เหมาะสม | 41%-80% |

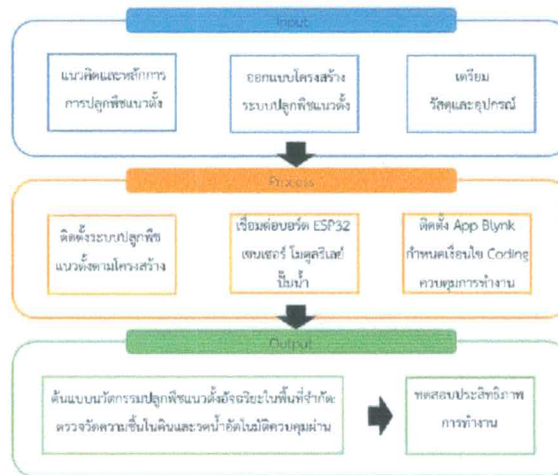
ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกปลูกผัก (ผักกาดหอม) เป็นพืชทดลองปลูก และออกแบบการทำงานของระบบโดยเริ่มต้นจากการเชื่อมต่อเครือข่าย Wi-Fi กับ Blynk และทำการอ่านค่าความชื้นในดินผ่านเซ็นเซอร์วัดความชื้นในดิน ซึ่งการกำหนดค่าระดับความชื้นในดินที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตที่เหมาะสมของต้นผักกาดหอม อยู่ในช่วงความชื้น 41%-69% โดยกำหนดเงื่อนไขค่าความชื้นในดินที่อ่านได้จากเซ็นเซอร์หากพบว่าความชื้นในดินน้อยกว่า 41% ระบบจะสั่งให้เปิดน้ำ และถ้าความชื้นมากกว่า 69% ระบบจะปิดน้ำโดยอัตโนมัติ ค่าที่อ่านได้จะถูกส่งไปยังแพลตฟอร์ม Blynk เพื่อแสดงผลบนแอปพลิเคชันให้ผู้ใช้งานตรวจสอบและติดตามได้แบบเรียลไทม์ กระบวนการนี้จะทำงานซ้ำในลักษณะวนลูปอย่างต่อเนื่อง

#### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อพัฒนาระบบควบคุมการปลูกพืชแนวตั้งอัจฉริยะในพื้นที่จำกัด: ตรวจวัดความชื้นในดินและรดน้ำอัตโนมัติควบคุมผ่านแอปพลิเคชัน

2.2 เพื่อประเมินประสิทธิภาพการทำงานของต้นแบบระบบปลูกพืชแนวตั้งอัจฉริยะในพื้นที่จำกัด: ตรวจวัดความชื้นในดินและรดน้ำอัตโนมัติควบคุมผ่านแอปพลิเคชัน

## กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

## วิธีดำเนินการวิจัย

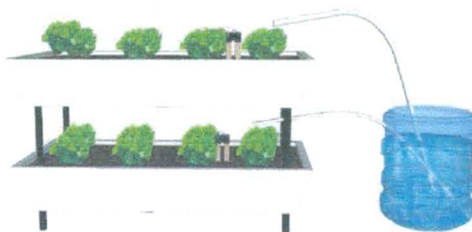
วิธีดำเนินการวิจัยเรื่องต้นแบบนวัตกรรมปลูกพืชแนวตั้งอัจฉริยะในพื้นที่จำกัด: ตรวจวัดความชื้นในดินและรดน้ำอัตโนมัติควบคุมผ่านแอปพลิเคชัน ประกอบด้วยขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้โดยมีรายละเอียดดังนี้

## ขั้นตอนที่ 1 วัสดุและอุปกรณ์

- 1) บอร์ด ESP32 Dev1
- 2) Micro USB Cable Wire 1m for NodeMCU
- 3) Keyestudio Soil Humidity Sensor (เซ็นเซอร์วัดความชื้นในดิน)
- 4) Jumper (F2F) cable wire 30cm Female to Female
- 5) ถ่านชาร์จ 18650 Panasonic NCR18650B 3.7v 3400mAh
- 6) รีเลย์แบบ 2 ช่อง 5V relay module optocoupler isolation high and low level trigger MCU red board
- 7) DC 12V Mini Submersible Water Pump – ปั๊มน้ำขนาดเล็ก
- 8) สายยางใส
- 9) กระดาษตันไม้
- 10) ดินหมักชีวภาพ
- 11) แกลลอน วัสดุเหลือใช้ในครัวเรือน นำมาตัดแบ่งเป็น 2 ส่วน
- 12) ท่อ PVC สามทาง 90 องศา ขนาด ½ นิ้ว จำนวน 4 ชิ้น
- 13) ท่อพลาสติกแข็งที่นำมาจากชั้นวางของที่ชำรุดแล้ว นำมาตัดความยาว 10 นิ้ว

จำนวน 4 ชิ้น

### ขั้นตอนที่ 2 ลักษณะโครงสร้างของระบบการปลูกพืชแนวตั้งที่ออกแบบ



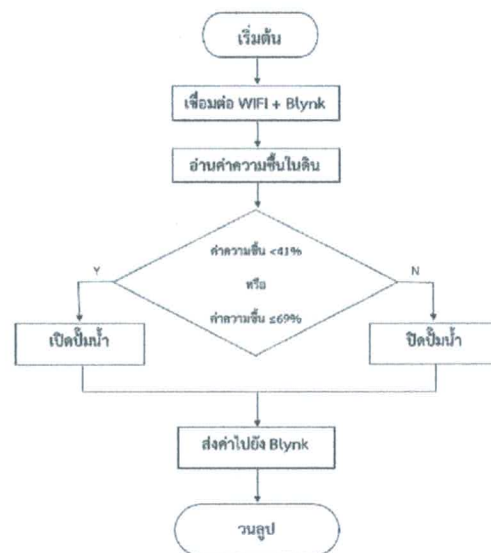
ภาพที่ 2 ออกแบบโครงสร้างระบบการปลูกพืชแนวตั้งพร้อมระบบควบคุมการรดน้ำ

การออกแบบโครงสร้างระบบการปลูกพืชแนวตั้งพร้อมระบบควบคุมการรดน้ำ เพื่อสร้างต้นแบบนวัตกรรมปลูกพืชแนวตั้งอัจฉริยะในพื้นที่จำกัด: ตรวจสอบวัดความชื้นในดินและรดน้ำอัตโนมัติ ควบคุมผ่านแอปพลิเคชัน พร้อมประเมินวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องเตรียมและใช้ในการสร้างชิ้นงานก่อนลงมือปฏิบัติจริง โดยเน้นการออกแบบในลักษณะชั้นวางที่มีสภาพแวดล้อมในพื้นที่จำกัด เป็นลักษณะแนวตั้ง พร้อมทั้งออกแบบทิศทางการจัดวางระบบการรดน้ำเพื่อควบคุมการรดน้ำได้ตามลักษณะโครงสร้างที่ออกแบบ

### ขั้นตอนที่ 3 สร้างชิ้นงานตามแบบโครงสร้างที่ออกแบบไว้



ภาพที่ 3 สร้างชิ้นงานตามโครงสร้างที่ออกแบบ



ภาพที่ 4 แผนผังการทำงานของระบบ

ภาพที่ 3 สร้างชิ้นงานตามโครงสร้างที่ออกแบบ ส่วนของชั้นวางต้นแบบสำหรับปลูกพืชแนวตั้ง ผู้วิจัยเลือกใช้วัสดุการเพาะปลูกด้วยแกลลอน ซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้ในครัวเรือนให้นำกลับมาใช้ประโยชน์ได้ โดยนำมาตัดแบ่งเป็น 2 ส่วน เพื่อให้สามารถนำมาใช้เป็นกระบะสำหรับปลูกพืช และเจาะเป็นช่องหรือหลุมจำนวน 4 ช่อง ในแกลลอนชั้นล่างสุดให้มีขนาดช่องเท่ากับท่อ PVC

สามทาง 90 องศา ขนาด ½ นิ้ว โดยนำท่อ PVC ไปใส่ในหลุมที่เจาะไว้เพื่อให้สูงจากพื้นดิน และประกอบกระเบาะเพาะปลูกพีชในชั้นที่ 2 โดยใช้ท่อพลาสติกแข็งที่นำมาจากชั้นวางของที่ชำรุดแล้ว นำมาตัดความยาว 10 นิ้ว จำนวน 4 ชั้น เพื่อประกอบเป็นขาต่อชั้นวางที่ 2 และใช้เส้นลวดผูกยึดเพื่อความแข็งแรง

ภาพที่ 4 กระบวนการทำงานของต้นแบบนวัตกรรมปลูกพืชแนวตั้งอัจฉริยะในพื้นที่จำกัด: ตรวจวัดความชื้นในดินและรดน้ำอัตโนมัติควบคุมผ่านแอปพลิเคชัน จะเริ่มต้นหลังจากระบบมีการเชื่อมต่อ Wi-Fi กับ App Blynk เมื่อเซ็นเซอร์ตรวจวัดความชื้นในดิน ที่ติดตั้งไว้ในกระเบาะเพาะปลูกทั้ง 2 ชั้น โดยกำหนดค่าความชื้นในดินที่วัดได้ หากดินมีค่าความชื้นต่ำกว่า 41% ระบบสั่งงานให้ปั๊มน้ำทำงาน เกิดกระบวนการรดน้ำอัตโนมัติ และเมื่อค่าความชื้นในดินมากกว่า 69% ระบบสั่งงานให้ปั๊มน้ำหยุดทำงาน และส่งค่ารายงานผลไปยัง App Blynk

ขั้นตอนที่ 4 ทดสอบการใช้งาน



ภาพที่ 5

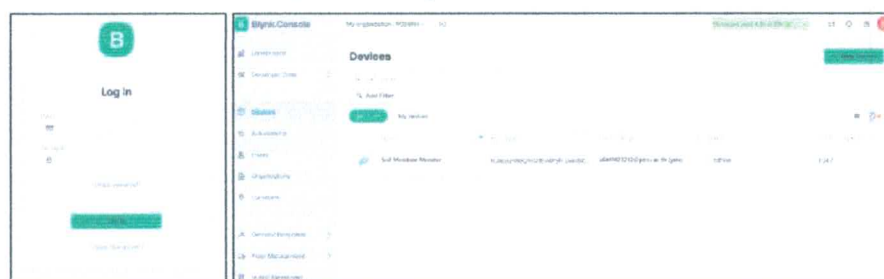


ภาพที่ 6

ระยะที่ 1 เริ่มเพาะเมล็ด (ระยะ 3-4 วัน)

ระยะที่ 2 ต้นกล้าเริ่มเจริญเติบโต (7-14 วัน)

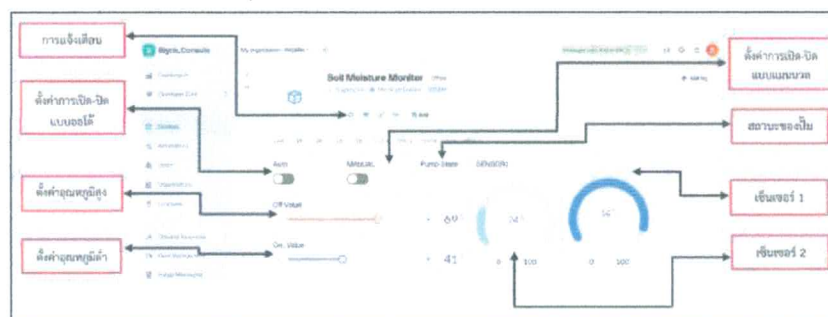
ขั้นตอนที่ 5 การใช้งานแอปพลิเคชัน Blynk



ภาพที่ 7 เข้าสู่ระบบหน้าแอปพลิเคชัน



ภาพที่ 8 การควบคุมและแสดงผลการทำงานของระบบผ่านแอปพลิเคชัน



ภาพที่ 9 รายละเอียดการควบคุมการทำงานของระบบผ่านแอปพลิเคชัน

### ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1) ประชากรกลุ่มตัวอย่างสำหรับงานวิจัยนี้ กำหนดกลุ่มเป้าหมายเป็น กลุ่มผู้อาศัยในหอพัก ซึ่งเป็นกลุ่มบุคคลที่มีข้อจำกัดด้านพื้นที่ในการอยู่อาศัย และมีความสนใจในการปลูกพืชเพื่อบริโภคเอง ภายในพื้นที่จำกัด

2) ใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 30 คน เพื่อประเมินประสิทธิภาพการทำงานของต้นแบบนวัตกรรมปลูกพืชแนวตั้งอัจฉริยะในพื้นที่จำกัด: ตรวจสอบวัดความชื้นในดินและรดน้ำอัตโนมัติควบคุมผ่านแอปพลิเคชัน

3) เครื่องมือที่ใช้เป็นประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานต่อการใช้งานแอปพลิเคชัน เพื่อประสิทธิภาพการทำงานของระบบ โดยจำแนกหัวข้อการประเมิน 3 ด้าน คือ 1) ด้านความรู้และพฤติกรรมการปลูกพืชแนวตั้ง 2) ด้านความพึงพอใจและความต้องการใช้งานต่อเนื่อง และ 3) ด้านความง่ายและสะดวกในการใช้งานแอปพลิเคชัน วิเคราะห์ผลการประเมินโดยใช้เกณฑ์แปลความหมายข้อมูล 5 ระดับ

### เครื่องมือและการหาประสิทธิภาพเครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยเลือกใช้แบบสอบถาม (Questionnaire) เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานต่อการใช้งานแอปพลิเคชันในการประเมินประสิทธิภาพการทำงานของต้นแบบนวัตกรรมปลูกพืชแนวตั้งอัจฉริยะในพื้นที่จำกัด: ตรวจสอบวัดความชื้นในดินและรดน้ำ

อัตโนมัติควบคุมผ่านแอปพลิเคชัน โดยผู้วิจัยสร้างแบบสอบถามแบบออนไลน์ ระบุข้อความให้ครอบคลุมประเด็นที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย เครื่องมือที่สร้างขึ้นสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูล มีค่าชี้แจงที่ชัดเจน สะดวกในการนำข้อมูลย้อนกลับมาวิเคราะห์และแปลความหมายของข้อมูล โดยใช้เวลาและค่าใช้จ่ายในการวัดน้อย

#### การเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนที่ 1: รวบรวมข้อมูลเพื่อพัฒนาต้นแบบนวัตกรรมปลูกพืชแนวตั้งอัจฉริยะในพื้นที่จำกัด: ตรวจสอบความชื้นในดินและรดน้ำอัตโนมัติควบคุมผ่านแอปพลิเคชัน โดยใช้วิธีการสำรวจการเจริญเติบโตของพืชในระยะเวลา 20 วัน นำมาจัดทำฐานข้อมูลโดยใช้ Google Sheets

ขั้นตอนที่ 2: ออกแบบต้นแบบหน้าจอ (Prototype) และดำเนินการพัฒนาระบบควบคุมการรดน้ำผ่านแอปพลิเคชัน Blynk

ขั้นตอนที่ 3: ทดสอบการทำงานของแอปพลิเคชันควบคู่ไปกับการพัฒนา โดยผู้วิจัยใช้ระยะเวลาในการดำเนินงานประมาณ 2 เดือน ประเมินผลประสิทธิภาพการทำงานของระบบตามวัตถุประสงค์โครงการและประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานต่อการใช้งานแอปพลิเคชัน โดยใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 30 คน รวมระยะเวลาในการดำเนินการวิจัยทั้งสิ้น 4 เดือน

#### การวิเคราะห์และสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพการทำงานของต้นแบบนวัตกรรมปลูกพืชแนวตั้งอัจฉริยะในพื้นที่จำกัด: ตรวจสอบความชื้นในดินและรดน้ำอัตโนมัติควบคุมผ่านแอปพลิเคชัน ผู้วิจัยนำข้อมูลจากการประเมินประสิทธิภาพการทำงานและความพึงพอใจของผู้ใช้งาน จำนวน 30 คน ( $N=30$ ) โดยแบ่งหัวข้อการประเมินเป็น 3 ด้าน คือ 1) ด้านความรู้และพฤติกรรมการปลูกพืชแนวตั้ง 2) ด้านความพึงพอใจและความต้องการใช้งานต่อเนื่อง และ 3) ด้านความง่ายและสะดวกในการใช้งานแอปพลิเคชันนำมาวิเคราะห์ผลโดยนำเข้าข้อมูลการประเมินผ่าน Google Sheet คำนวณจากสูตรตามหลักเกณฑ์ทางสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ซึ่งผู้วิจัยเลือกใช้การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย (Mean) และการวัดการกระจาย (Measure of Variation) โดยวิเคราะห์จากค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) นำผลการวิเคราะห์ข้อมูลมาเปรียบเทียบเกณฑ์พื้นฐาน 5 ระดับ

| ค่าเฉลี่ยเลขคณิต | ระดับความพึงพอใจ |
|------------------|------------------|
| 4.21-5.00        | มากที่สุด        |
| 3.41-4.20        | มาก              |
| 2.61-3.40        | ปานกลาง          |
| 1.81-2.60        | น้อย             |
| 1.00-1.80        | น้อยที่สุด       |

### ผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้พัฒนาต้นแบบนวัตกรรมปลูกพืชแนวตั้งอัจฉริยะในพื้นที่จำกัด: ตรวจวัดความชื้นในดินและรดน้ำอัตโนมัติควบคุมผ่านแอปพลิเคชันที่สามารถใช้งานได้จริงครอบคลุมตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยทั้ง 2 ข้อ ดังนี้ สอดคล้องตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1) เพื่อพัฒนาต้นแบบนวัตกรรมปลูกพืชแนวตั้งอัจฉริยะในพื้นที่จำกัด: ตรวจวัดความชื้นในดินและรดน้ำอัตโนมัติควบคุมผ่านแอปพลิเคชัน พบว่า

(1) การทดสอบการทำงานของชุดควบคุมการรดน้ำโดยดำเนินการทดสอบการทำงานทั้งแบบอัตโนมัติและแมนนวล ผลการทดสอบการทำงานแบบอัตโนมัติได้ตั้งค่าขีดเริ่มต้นต่ำสุดของความชื้นในดินที่ 41 เปอร์เซ็นต์ และค่าขีดเริ่มสูงสุดของความชื้นในดินมากกว่า 69 เปอร์เซ็นต์ โดยทดสอบจำนวน 50 ครั้ง พบว่าเมื่อชุดควบคุมการรดน้ำวัดค่าความชื้นในดินต่ำกว่า 41 เปอร์เซ็นต์ ระบบการควบคุมปั้มน้ำจะเปิดการทำงาน และเมื่อวัดค่าความชื้นในดินมากกว่า 69 เปอร์เซ็นต์ ระบบการควบคุมปั้มน้ำจะปิดการทำงาน ทั้ง 50 ครั้ง และการทดสอบการทำงานแบบแมนนวล โดยทดสอบเปิดและปิดการทำงานของปั้มน้ำจำนวน 100 ครั้ง พบว่า ระบบการควบคุมการรดน้ำสามารถเปิดและปิดปั้มน้ำได้ทั้ง 100 ครั้ง จึงสรุปได้ว่า การควบคุมการรดน้ำสามารถทำงานทั้งในแบบอัตโนมัติและแบบแมนนวลได้ร้อยละ 100

(2) การทดสอบการทำงานแอปพลิเคชัน Blynk ในการควบคุมการเปิดและปิดปั้มน้ำของชุดควบคุมการรดน้ำในโหมดการทำงานแบบแมนนวล โดยทดสอบการควบคุมเปิดและปิดปั้มน้ำผ่านทางแอปพลิเคชัน Blynk ได้ทุกครั้ง คิดร้อยละ 100 นอกจากนี้การแสดงค่าต่างๆ ได้แก่ ค่าความชื้นของดิน สถานะการเปิด/ปิด ของปั้มน้ำ ได้ครบถ้วน

เมื่อได้ต้นแบบนวัตกรรมปลูกพืชแนวตั้งอัจฉริยะในพื้นที่จำกัด: ตรวจวัดความชื้นในดินและรดน้ำอัตโนมัติควบคุมผ่านแอปพลิเคชันที่สามารถใช้งานได้จริง ผู้วิจัยได้ทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบโดยใช้แบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานต่อการใช้ออปพลิเคชัน ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 2) เพื่อประเมินประสิทธิภาพการทำงานของต้นแบบนวัตกรรมปลูกพืชแนวตั้งอัจฉริยะในพื้นที่จำกัด: ตรวจวัดความชื้นในดินและรดน้ำอัตโนมัติควบคุมผ่านแอปพลิเคชัน พบว่า

(3) ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานต่อการใช้งานแอปพลิเคชัน เพื่อประสิทธิภาพการทำงานของระบบ จากกลุ่มเป้าหมายจำนวน 30 คน (N=30) หัวข้อการประเมินจำแนกเป็น 3 ด้าน คือ 1) ด้านความรู้และพฤติกรรมในการปลูกพืชแนวตั้ง 2) ด้านความพึงพอใจและความต้องการใช้งานต่อเนื่อง และ 3) ด้านความง่ายและสะดวกในการใช้งานแอปพลิเคชันซึ่งใช้เกณฑ์สำหรับแปลความหมายข้อมูล 5 ระดับ สรุปผลได้ดังนี้

## ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

| รายการประเมิน        | จำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม | ค่าเฉลี่ยร้อยละ |
|----------------------|----------------------|-----------------|
| 1. เพศ               |                      |                 |
| ชาย                  | 8                    | 26.67           |
| หญิง                 | 22                   | 73.33           |
| 2. อาชีพ             |                      |                 |
| นักเรียน/นักศึกษา    | 20                   | 66.66           |
| ข้าราชการ            | 0                    | 0               |
| แม่บ้าน              | 1                    | 1.33            |
| เจ้าของกิจการส่วนตัว | 0                    | 0               |
| ลูกจ้าง/พนักงานเอกชน | 8                    | 26.67           |
| พนักงานรัฐวิสาหกิจ   | 1                    | 1.33            |
| รวม                  | 30                   | 100.00          |

ตารางที่ 1 พบว่า มีผู้ตอบแบบประเมินความพึงพอใจเป็นเพศชาย จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 26.67 เพศหญิง จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 73.33 และในด้านของอาชีพ พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นนักเรียน/นักศึกษา จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 66.66 รองลงมาคือ ลูกจ้าง/พนักงานเอกชน จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 26.67 รองลงมาจะเป็นอาชีพแม่บ้านและพนักงานรัฐวิสาหกิจ อย่างละ 1 คน คิดเป็นร้อยละ 1.33 ส่วนอาชีพข้าราชการและเจ้าของกิจการส่วนตัวไม่มีผู้ตอบแบบสอบถาม

ตารางที่ 2 ระดับความพึงพอใจต่อประสิทธิภาพการทำงานของต้นแบบนวัตกรรมปลูกพืชแนวตั้งอัจฉริยะในพื้นที่จำกัด: ตรวจวัดความชื้นในดินและรดน้ำอัตโนมัติควบคุมผ่านแอปพลิเคชัน

| รายการประเมิน                                             | $\bar{x}$ | S.D. | แปลความหมาย |
|-----------------------------------------------------------|-----------|------|-------------|
| 1. ด้านความรู้และพฤติกรรมการปลูกพืชแนวตั้ง                | 3.78      | 0.76 | มาก         |
| 1.1 คุณรู้จักการปลูกพืชแนวตั้งอย่างน้อยเพียงใด            | 3.63      | 0.81 | มาก         |
| 1.2 คุณเห็นว่าการปลูกพืชแนวตั้งมีประโยชน์ในพื้นที่จำกัด   | 4.20      | 0.61 | มาก         |
| 1.3 คุณมีความรู้ในการจัดการการปลูกพืชด้วยแอปพลิเคชัน      | 3.60      | 0.81 | มาก         |
| 1.4 คุณมีอุปกรณ์หรือพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกพืชแนวตั้ง | 3.70      | 0.79 | มาก         |
| 2. ด้านความพึงพอใจและความต้องการใช้งานต่อเนื่อง           | 4.22      | 0.56 | มากที่สุด   |
| 2.1 คุณเห็นว่าระบบนี้คุ้มค่ากับการลงทุนและใช้งาน          | 4.17      | 0.59 | มาก         |
| 2.2 ระบบประมวลผลข้อมูลรวดเร็วแม่นยำ                       | 4.27      | 0.52 | มากที่สุด   |

| รายการประเมิน                                         | $\bar{X}$   | S.D.        | แปลความหมาย      |
|-------------------------------------------------------|-------------|-------------|------------------|
| 2.3 ระบบช่วยให้สามารถจัดการการปลูกพืชได้สะดวกขึ้น     | 4.27        | 0.58        | มากที่สุด        |
| 2.4 ระบบเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ IoT ได้อย่างมีประสิทธิภาพ | 4.17        | 0.53        | มาก              |
| <b>3. ด้านความง่ายและสะดวกในการใช้งานแอปพลิเคชัน</b>  | <b>4.23</b> | <b>0.55</b> | <b>มากที่สุด</b> |
| 3.1 แอปพลิเคชันมีหน้าตา (UI) ที่ใช้งานง่าย            | 4.23        | 0.63        | มากที่สุด        |
| 3.2 เมนูและฟังก์ชันในแอปมีความชัดเจน เข้าใจง่าย       | 4.20        | 0.55        | มาก              |
| 3.3 การตั้งค่าการจัดการพืชแนวตั้งสามารถทำได้สะดวก     | 4.20        | 0.48        | มาก              |
| 3.4 แอปพลิเคชันทำงานได้รวดเร็วไม่ค้าง/ไม่หลุด         | 4.27        | 0.52        | มากที่สุด        |
| <b>ค่าเฉลี่ยรวม</b>                                   | <b>4.08</b> | <b>0.62</b> | <b>มาก</b>       |

ตารางที่ 2 ผลการประเมินประสิทธิภาพการทำงานและความพึงพอใจของผู้ใช้งานต้นแบบนวัตกรรมปลูกพืชแนวตั้งอัจฉริยะในพื้นที่จำกัด: ตรวจวัดความชื้นในดินและรดน้ำอัตโนมัติควบคุมผ่านแอปพลิเคชัน เมื่อพิจารณาตามลำดับความพึงพอใจทั้ง 3 ด้าน พบว่า ลำดับแรกผู้ใช้มีความพึงพอใจด้านความง่ายและสะดวกในการใช้งานแอปพลิเคชัน อยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.23$ , S.D. = 0.55) รองลงมาเป็นด้านความพึงพอใจและความต้องการใช้งานต่อเนื่อง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.22$ , S.D. = 0.56) และด้านความรู้และพฤติกรรมการปลูกพืชแนวตั้งมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 3.78$ , S.D. = 0.76) ตามลำดับ ความพึงพอใจประสิทธิภาพการทำงานของระบบในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.08$ , S.D. = 0.62) สะท้อนให้เห็นถึงความสามารถในการทำงานของต้นแบบนวัตกรรมปลูกพืชแนวตั้งอัจฉริยะในพื้นที่จำกัด: ตรวจวัดความชื้นในดินและรดน้ำอัตโนมัติควบคุมผ่านแอปพลิเคชันสามารถใช้งานได้จริงสอดคล้องตามวัตถุประสงค์

#### การอภิปรายผลการวิจัย

การพัฒนาต้นแบบนวัตกรรมปลูกพืชแนวตั้งอัจฉริยะในพื้นที่จำกัด: ตรวจวัดความชื้นในดินและรดน้ำอัตโนมัติควบคุมผ่านแอปพลิเคชัน ซึ่งการปลูกพืชแนวตั้งทำให้ประหยัดเนื้อที่ในการปลูกและการรดน้ำอัตโนมัติควบคุมผ่านแอปพลิเคชันสามารถควบคุมการรดน้ำที่เหมาะสมกับความต้องการของต้นไม้ได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ชัยยงค์ เสริมผล และคณะ (2563) ได้กล่าวถึงแนวคิดการปลูกพืชแนวตั้ง (Vertical Farming) ที่ เป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่ได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้น เพราะสามารถปลูกพืชได้ในพื้นที่จำกัด โดยอาศัยการจัดวางพื้นที่ปลูกในแนวตั้ง เพื่อใช้ประโยชน์จากพื้นที่อย่างคุ้มค่า ซึ่งเหมาะสมกับวิถีชีวิตของคนเมืองในปัจจุบัน และการจัดการระบบรดน้ำอัตโนมัติที่สามารถควบคุมผ่านแอปพลิเคชันช่วยลดภาระของผู้ปลูกและเพิ่มประสิทธิภาพในการดูแลพืชได้จริง ผลการวิจัยสอดคล้องกับแนวคิดของ เสาวนีย์ วิจิตรโกสุม (2561) ระบุว่า การเปลี่ยนวิถีชีวิตความเป็นอยู่กลายเป็นสังคมเมืองกลุ่มคนเมืองที่มีข้อจำกัดด้านพื้นที่อยู่อาศัย เช่น หอพัก อพาร์ทเมนต์

และคอนโดมิเนียมที่เป็นลักษณะตึกสูง ผู้คนนิยมบริโภค พืชผักผลิตผลทางเกษตรที่ปลอดภัยสูงมากขึ้น ซึ่งผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบ “ด้านความง่ายและสะดวกในการใช้งานแอปพลิเคชัน” อยู่ในระดับมากที่สุด สะท้อนให้เห็นว่าต้นแบบนวัตกรรมปลูกพืชแนวตั้งอัจฉริยะในพื้นที่จำกัด: ตรวจวัดความชื้นในดินและรดน้ำอัตโนมัติควบคุมผ่านแอปพลิเคชันสอดคล้องกับต้นแบบการทำเกษตรกรรมในอาคารแบบเต็มรูปแบบของ Despommier (2011) จากการศึกษาผลงานวิจัยที่ผ่านมา พบว่าการนำเทคโนโลยีระบบควบคุมอัตโนมัติ (Smart Farm) หรือแอปพลิเคชันมาใช้ในการจัดการแปลงเกษตร สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการดูแลพืชได้อย่างเป็นระบบ และยังสามารถช่วยลดข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจากมนุษย์ได้ สามารถพัฒนาต้นแบบนวัตกรรมปลูกพืชแนวตั้งอัจฉริยะในพื้นที่จำกัด: ตรวจวัดความชื้นในดินและรดน้ำอัตโนมัติควบคุมผ่านแอปพลิเคชันที่ใช้งานได้จริง สอดคล้องตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 เพื่อสร้างต้นแบบนวัตกรรมปลูกพืชแนวตั้งอัจฉริยะในพื้นที่จำกัด: ตรวจวัดความชื้นในดินและรดน้ำอัตโนมัติควบคุมผ่านแอปพลิเคชัน และเมื่อทำการทดสอบการใช้งานระบบโดยกลุ่มเป้าหมาย พบว่า ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ต่อประสิทธิภาพการทำงานของระบบในภาพรวม สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 เพื่อประเมินประสิทธิภาพการทำงานของต้นแบบนวัตกรรมปลูกพืชแนวตั้งอัจฉริยะในพื้นที่จำกัด: ตรวจวัดความชื้นในดินและรดน้ำอัตโนมัติควบคุมผ่านแอปพลิเคชัน

#### ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า ต้นแบบนวัตกรรมปลูกพืชแนวตั้งอัจฉริยะในพื้นที่จำกัดซึ่งควบคุมการรดน้ำผ่านแอปพลิเคชัน มีศักยภาพในการประยุกต์ใช้ในหลากหลายบริบททั้งในระดับครัวเรือน ชุมชน และสถานศึกษา โดยเฉพาะในพื้นที่เมืองที่มีข้อจำกัดด้านพื้นที่อยู่อาศัย ผู้วิจัยเสนอว่าต้นแบบนวัตกรรมนี้สามารถนำไปใช้เป็นการเรียนรู้ในด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และการเกษตร รวมถึงเป็นต้นแบบในการพัฒนานวัตกรรมเพื่อชุมชนและการต่อยอดในเชิงพาณิชย์สำหรับผู้สนใจเกษตรกรรมแนวใหม่ทั้งยังสามารถส่งเสริมสุขภาพกายและจิตใจของผู้ใช้งานผ่านการมีส่วนร่วมในการปลูกพืชอย่างยั่งยืน

#### ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

สำหรับการวิจัยในอนาคต ควรพิจารณาศึกษาความต่อเนื่องของผลลัพธ์ในระยะยาว เช่น การประเมินผลผลิตของพืช ความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ และผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมจากการใช้นวัตกรรมในพื้นที่จริง นอกจากนี้ควรออกแบบระบบให้มีความยืดหยุ่นในการใช้งานกับพืชหลากหลายชนิดและสามารถปรับตั้งค่าการควบคุมได้ตามลักษณะจำเพาะของพืชแต่ละประเภท เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและการประยุกต์ใช้ในเชิงปฏิบัติอย่างกว้างขวางมากยิ่งขึ้น

## เอกสารอ้างอิง

- ชัยยงค์ เสริมผล, ชุตินันต์ ศรีวันคำ, ญาณกร กงถัน และณภัทร สวนสนิท. (2563). ระบบเกษตรแนวตั้งควบคุมผ่านแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟน. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี, 8(2), 187-200.
- เสาวนีย์ วิจิตรโกสม. (2561). เรื่องน่ารู้: การทำเกษตรกรรมแนวตั้ง (Vertical Farming). วารสารสิ่งแวดล้อม, 22(1), 56-63.
- Balasevic.net. (2568). ความชื้นในดิน (Soil moisture) ที่เหมาะสมคืออะไรและจะวัดได้อย่างไรอย่างแม่นยำ. <https://www.balasevic.net/moisture/suitable-soil-moisture/>
- Dickson Despommier. (2011). *The Vertical Farm : Feeding the World in the 21st Century*. Picador Publisher.
- SP Smart Plants. (2563, 28 มกราคม). รู้หรือไม่ ความชื้นในดินมีความสำคัญกับพืชมาก. <https://www.spsmartplants.com/blog/detail/รู้หรือไม่-ความชื้นในดินมีความสำคัญกับพืชมาก/5>