ชื่อโครงงาน ฟาร์มต้นหอมไฮโดรโปนิกส์ที่ผสาน AI เพื่อการเกษตรที่ยั่งยืน

(AI-Integrated Hydroponic Green Onion Farm for Sustainable Agriculture)

โดย

1.เด็กชายวรเดช	จางนิรันดร	ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2
2.เด็กชายธนวัต	แซ่ย่าง	ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2
3.เด็กหญิงวิภาวี	ยอดผ่านเมือง	ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2

ครูที่ปรึกษา

1.นายพงศ์ธร เปงวงศ์

2.นายวีรพนธ์ พลเมฆ

โรงเรียนราชประชานุเคราะห์ ๒๔ จังหวัดพะเยา

สังกัดสำนักบริหารงานการศึกษาพิเศษ

โครงงานเรื่อง ฟาร์มต้นหอมไฮโดรโปนิกส์ที่ผสาน AI เพื่อการเกษตรที่ยั่งยืน

โรงเรียน ราชประชานุเคราะห์ ๒๔ จังหวัดพะเยา

ครูที่ปรึกษา 1. นายพงศ์ธร เปงวงศ์ E-Mail : pongtornz@hotmail.com

2. นายวีรพนธ์ พลเมฆ E-Mail : phonza2559@gmail.com

ผู้จัดทำโครงงาน

1.เด็กชายวรเดช จางนิรันดร ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2

2.เด็กชายธนวัต แซ่ย่าง ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2

3.เด็กหญิงวิภาวี ยอดผ่านเมือง ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2

บทคัดย่อ

โครงงาน/สิ่งประดิษฐ์เพื่อการเกษตรอัจฉริยะ (Smart Agriculture) การปลูกผักด้วยเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องฟาร์มต้นหอมไฮโดรโปนิกส์ที่ผสาน AI เพื่อการเกษตรที่ยั่งยืน มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนาระบบการปลูกต้นหอมแบบไฮโดรโปนิกส์ที่มีประสิทธิภาพ 2) เพื่อใช้ AI ในการควบคุมและปรับสภาพแวดล้อมการปลูก 3) เพื่อวิเคราะห์และเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของต้นหอม 4) เพื่อสร้างรายได้ให้กับนักเรียนและส่งเสริมการเกษตรที่ยั่งยืน ในการพัฒนาระบบฟาร์มต้นหอมไฮโดรโปนิกส์ในโครงงานนี้ใช้สารละลายธาตุอาหารแทนดิน และนำเทคโนโลยี IoT และ AI มาวิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บจากเซ็นเซอร์ เช่น อุณหภูมิ ความชื้น และความเข้มแสง เพื่อปรับสภาพแวดล้อมการปลูกอย่างอัตโนมัติ ช่วยเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตและผลผลิตของต้นหอม อีกทั้งยังนำ AI มาใช้ในการวิเคราะห์และตรวจสอบโรคของต้นหอมเป็นแนวทางที่มีประสิทธิภาพในการเพิ่มผลผลิต ลดการสูญเสีย และสนับสนุนการเกษตรอัจฉริยะ

ผลการดำเนินโครงงานแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน ต้นหอมที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์ที่ควบคุมด้วย เทคโนโลยี IoT และ AI มีอัตราการเจริญเติบโตและผลผลิตที่ดีกว่าการปลูกแบบดั้งเดิมถึง 20% นอกจากนี้ นักเรียนที่มีส่วนร่วมในโครงการยังได้รับความรู้และทักษะการใช้เทคโนโลยี เช่น การเขียนโปรแกรม การติดตั้งเซ็นเซอร์ และการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อการประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงนักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในภาคเกษตรกรรม อีกทั้งยังส่งเสริมการเรียนรู้ในแนวทาง STEM (วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์) โดยสามารถนำผลลัพธ์นี้ไปพัฒนาต่อยอดเป็นต้นแบบฟาร์มอัจฉริยะสำหรับการใช้งานในชุมชนและโรงเรียน โครงงานนี้จึงเป็นตัวอย่างที่ดีของการสร้างความตระหนักรู้และทักษะใหม่ ๆ เพื่อสนับสนุนการพัฒนาการเกษตรในยุคดิจิทัลอย่างยั่งยืน

บทนำ

ที่มาและความสำคัญ

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีศักยภาพทางการเกษตรสูง เนื่องจากมีทรัพยากรธรรมชาติที่หลากหลายและเหมาะสมต่อการปลูกพืชหลายชนิด อย่างไรก็ตาม เกษตรกรส่วนใหญ่ยังคงประสบปัญหาจากการพึ่งพาทรัพยากรธรรมชาติอย่างไม่ยั่งยืน การขาดความรู้และการเข้าถึงเทคโนโลยีสมัยใหม่ และการใช้ต้นทุนการผลิตที่สูง ส่งผลให้การทำเกษตรกรรมยังคงประสบปัญหาในการแข่งขันกับตลาดโลก รัฐบาลไทยได้กำหนดยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2561-2580) เพื่อผลักดันประเทศสู่การพัฒนาอย่างยั่งยืน โดยเน้นย้ำการปฏิรูปเศรษฐกิจและสังคมผ่าน Thailand 4.0 ซึ่งส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในทุกภาคส่วน รวมถึงภาคการเกษตรที่ถือเป็นหัวใจสำคัญของประเทศ ในบริบทนี้ การเกษตรแม่นยำ (Precision Agriculture) ได้รับความสำคัญเป็นพิเศษ เนื่องจากเป็นแนวทางที่ใช้เทคโนโลยี เช่น Internet of Things (IoT) และ Artificial Intelligence (AI) ในการวิเคราะห์ข้อมูลและควบคุมกระบวนการผลิตอย่างแม่นยำ การเกษตรแม่นยำช่วยลดการพึ่งพาปัจจัยภายนอก เช่น ทรัพยากรน้ำและปุ๋ย เพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากร และลดต้นทุนการผลิต ทำให้เกษตรกรสามารถเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของสินค้าเกษตร นอกจากนี้ยังช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสร้างความยั่งยืนในระยะยาว

โรงเรียนราชประชานุเคราะห์ ๒๔ จังหวัดพะเยา ซึ่งเป็นโรงเรียนประจำ มีนักเรียนจำนวนมากการปลูกต้นหอมด้วยเทคนิคไฮโดรโปนิกส์จะช่วยให้นักเรียนสามารถลดค่าใช้จ่ายในการจัดหาอาหารได้ เนื่องจากสามารถผลิตวัตถุดิบสดใหม่ได้ด้วยตนเอง นอกจากนี้ยังเป็นแนวทางในการส่งเสริมให้เด็กมีรายได้ระหว่างเรียนโดยการเรียนรู้และพัฒนาทักษะในด้านการเกษตรที่ใช้เทคโนโลยี ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการสร้างอาชีพในอนาคต

ดังนั้น การจัดทำโครงการปลูกต้นหอมโดยใช้เทคโนโลยี IoT และ AI จึงเป็นแนวทางที่สำคัญในการส่งเสริมการพึ่งพาตนเองของโรงเรียน ลดต้นทุนค่าอาหาร และพัฒนาทักษะของนักเรียนให้สามารถใช้เทคโนโลยีในการประกอบอาชีพได้ในอนาคต ทั้งนี้ยังสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาประเทศตามยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2561-2580) ที่มุ่งเน้นการนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในภาคการเกษตรเพื่อเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ และสนับสนุนการพัฒนาที่ยั่งยืน

วัตถุประสงค์ของการทำโครงงาน

1. เพื่อพัฒนาระบบการปลูกต้นหอมแบบไฮโดรโปนิกส์ที่มีประสิทธิภาพ
2. เพื่อใช้ AI ในการควบคุมและปรับสภาพแวดล้อมการปลูก
3. เพื่อวิเคราะห์และเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของต้นหอม
4. เพื่อสร้างรายได้ให้กับนักเรียนและส่งเสริมการเกษตรที่ยั่งยืน

ขอบเขตการวิจัย

1. การพัฒนาระบบการปลูกต้นหอมแบบไฮโดรโปนิกส์และทดลองใช้ระบบปลูกต้นหอมโดยใช้เทคโนโลยี IoT และ AI
2. สถานที่ในการทดลอง และเก็บข้อมูลคือ โรงเรียนราชประชานุเคราะห์ ๒๔ จังหวัดพะเยา
3. ระยะเวลา 2 เดือน

การทบทวนวรรณกรรม

1.การเกษตรแม่นยำ (Precision Agriculture)

การเกษตรแม่นยำเน้นการใช้เทคโนโลยีขั้นสูง เช่น **IoT (Internet of Things)** และ **AI (Artificial Intelligence)** เพื่อตรวจสอบ วิเคราะห์ และจัดการปัจจัยการผลิตให้เหมาะสมที่สุด ตัวอย่างเช่น การติดเซ็นเซอร์ในฟาร์มเพื่อเก็บข้อมูลแบบเรียลไทม์ จากนั้นนำข้อมูลเหล่านี้มาประมวลผลเพื่อปรับปรุงการใช้ทรัพยากร เช่น น้ำ ปุ๋ย หรือแสงแดด ส่งผลให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นและต้นทุนลดลง (Ghosh & Pal, 2021)

2.ไฮโดรโปนิกส์ (Hydroponics)

ไฮโดรโปนิกส์เป็นเทคนิคการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน แต่ใช้น้ำและสารละลายธาตุอาหารแทน มีข้อดีคือสามารถควบคุมปัจจัยการเจริญเติบโตของพืชได้ง่าย เช่น pH และสารอาหารในน้ำ ทำให้พืชเจริญเติบโตได้เร็วกว่าในดิน เหมาะสำหรับพื้นที่ที่มีข้อจำกัด เช่น พื้นที่แห้งแล้งหรือดินไม่เหมาะสมต่อการปลูกพืช (Agriculture and Agri-Food Canada, n.d.)

3.AI ในการเกษตร (AI in Agriculture)

AI มีบทบาทสำคัญในภาคการเกษตร โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการวิเคราะห์ข้อมูลและการตัดสินใจอัตโนมัติ เช่น การควบคุมน้ำ AI วิเคราะห์ปริมาณน้ำที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช การให้ปุ๋ยใช้ AI วิเคราะห์ข้อมูลและกำหนดปริมาณธาตุอาหารในระบบไฮโดรโปนิกส์ การควบคุมอุณหภูมิและแสง AI ช่วยปรับสภาพแวดล้อม เช่น เปิด-ปิดไฟ LED Grow Light ให้เหมาะสมกับความต้องการของพืช การใช้ AI ช่วยลดข้อผิดพลาดของมนุษย์ เพิ่มประสิทธิภาพการผลิต และช่วยเกษตรกรตัดสินใจอย่างชาญฉลาด (National Agricultural Library, n.d.)

วิธีการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอน แผนการดำเนินงาน วิธีการดำเนินการ

1. การวางแผน (สัปดาห์ที่ 1)

1.1 กำหนดวัตถุประสงค์ ชัดเจนเกี่ยวกับเป้าหมายของโครงการ เช่น การเพิ่มผลผลิตหรือการใช้ทรัพยากรอย่างยั่งยืน

1.2 ศึกษาข้อมูล หาข้อมูลเกี่ยวกับ Hydroponics และการใช้ AI ในการเกษตร

1.3 ออกแบบระบบ วางแผนการออกแบบฟาร์มและระบบ AI โดยคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ เช่น พื้นที่และวัสดุที่ใช้

2. เตรียมการและจัดซื้อ (สัปดาห์ที่ 2)

2.1 จัดซื้อวัสดุสั่งซื้ออุปกรณ์และวัสดุที่จำเป็น เช่น ระบบ Hydroponic, เซ็นเซอร์, ปั๊ม, โซลูชันการให้ปุ๋ย

2.2 จัดเตรียมสถานที่ทำความสะอาดและเตรียมพื้นที่สำหรับติดตั้งฟาร์ม

3. ติดตั้งระบบ Hydroponic (สัปดาห์ที่ 3)

3.1 ติดตั้งระบบ Hydroponic สร้างและติดตั้งระบบ Hydroponic ตามที่ออกแบบไว้

3.2 ติดตั้งเซ็นเซอร์ ติดตั้งเซ็นเซอร์สำหรับวัดอุณหภูมิ แสง ค่า EC

4. เริ่มพัฒนาระบบ AI (สัปดาห์ที่ 4)

4.1 พัฒนาโมเดล AI เริ่มต้นการพัฒนาโมเดล AI โดยรวบรวมข้อมูลจากเซ็นเซอร์

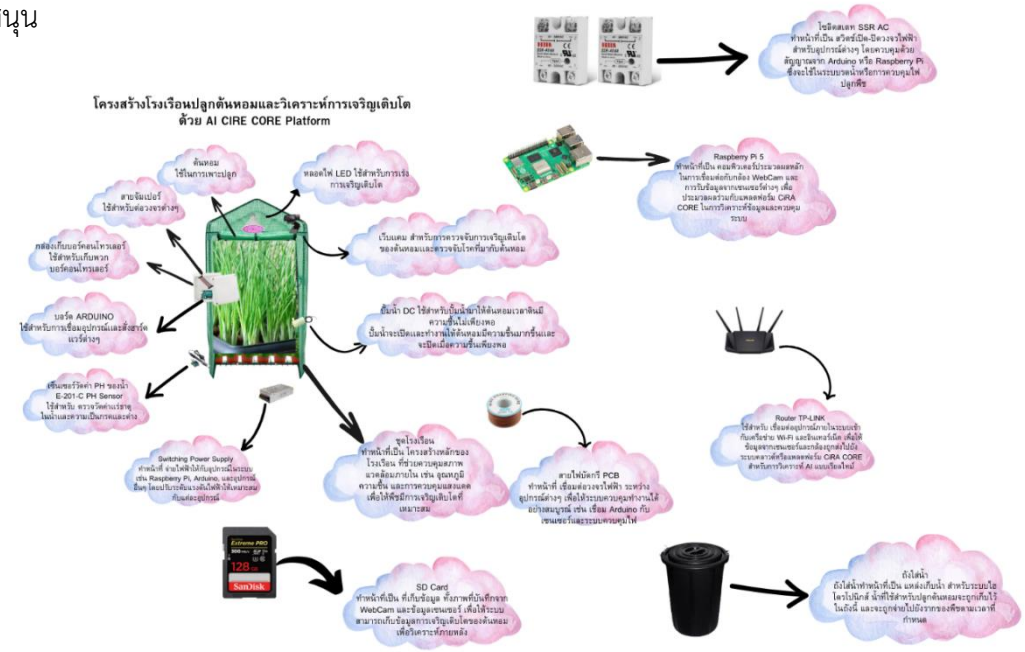
4.2 ทดสอบระบบพื้นฐาน ทดสอบการทำงานของระบบ Hydroponic ว่าสามารถทำงานได้ตามที่ต้องการ

5. สร้างแอปพลิเคชันพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการตรวจสอบและควบคุมฟาร์ม (สัปดาห์ที่ 5)

6. เริ่มการปลูกต้นหอมในระบบ Hydroponic และติดตามผล (สัปดาห์ที่ 6) ใช้ระบบ AI และเซ็นเซอร์เพื่อติดตามการเจริญเติบโต

7. การเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ผลรวบรวมข้อมูล (สัปดาห์ที่ 7) เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของต้นหอม เช่น ขนาด ความสูง และผลผลิต วิเคราะห์ผลวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบ

8: สรุปและนำเสนอ จัดทำรายงาน เขียนรายงานสรุปผลการทดลอง การวิเคราะห์ข้อมูล และข้อเสนอแนะแนวทางในอนาคต เตรียมการนำเสนอ จัดเตรียมการนำเสนอผลงานให้กับผู้ที่สนใจหรือผู้สนับสนุน



ภาพประกอบที่ 1 กรอบแนวคิดการทำงานของระบบ

ผลการวิจัย

จากการดำเนินโครงงานฟาร์มต้นหอมไฮโดรโปนิกส์ที่ผสาน AI เพื่อการเกษตรที่ยั่งยืน ได้แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของการนำเทคโนโลยี IoT และ AI มาใช้ในระบบการเกษตร โดยผลการทดลองเปรียบเทียบระหว่างระบบไฮโดรโปนิกส์ที่ควบคุมด้วยเทคโนโลยี IoT และ AI และระบบที่ไม่ควบคุม โดยจะมีการบันทึกข้อมูลสภาพแวดล้อม ใช้เซ็นเซอร์ IoT เก็บข้อมูลค่า pH และ EC ทุกวัน วัดการเจริญเติบโต ถ่ายภาพต้นหอม และใช้ซอฟต์แวร์ CiRA CORE AI Platform วิเคราะห์ความสูงและตรวจสอบโรคของต้นหอมพบว่า

ระบบไฮโดรโปนิกส์ที่นำเทคโนโลยี IoT และ AI การเจริญเติมโตมากกว่า **20%** เมื่อเทียบกับระบบไฮโดรโปนิกส์แบบดั้งเดิมที่ไม่ได้ควบคุม ซึ่งเกิดจากการที่ เทคโนโลยี IoT และ AI สามารถปรับสภาพแวดล้อมการปลูกได้อย่างแม่นยำ เช่น การจัดการการให้น้ำและสารอาหารตามความต้องการของพืช และตรวจสอบโรคของต้นหอม

ระบบไฮโดรโปนิกส์ที่ควบคุมด้วยเทคโนโลยี IoT และ AI

ตารางบันทึกข้อมูลรายวันเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมและลักษณะการเจริญเติบโตของต้นหอม

วันที่	อุณหภูมิ (°C)	ระยะเวลาของการใช้งานหลอดไฟ	TDS (ppm)	pH น้ำ	EC (mS/cm)	ความสูงของต้น (cm)	สถานะการวิเคราะห์โรค
20/11/2024	25.5	6 ชั่วโมง	800	6.5	1.2	2.0	ปกติ
21/11/2024	25.8	6 ชั่วโมง	810	6.4	1.3	2.5	ปกติ
22/11/2024	26.0	6 ชั่วโมง	820	6.4	1.3	3.5	ปกติ
23/11/2024	26.2	6 ชั่วโมง	830	6.3	1.4	3.8	ปกติ
24/11/2024	26.5	6 ชั่วโมง	840	6.3	1.4	4.5	ปกติ
25/11/2024	26.7	6 ชั่วโมง	850	6.2	1.5	5.3	ปกติ
26/11/2024	27.0	6 ชั่วโมง	860	6.2	1.5	6.0	ปกติ
27/11/2024	27.2	6 ชั่วโมง	880	6.1	1.6	6.8	ปกติ
28/11/2024	27.5	6 ชั่วโมง	890	6.1	1.6	7.5	ปกติ
29/11/2024	27.7	6 ชั่วโมง	890	6.0	1.7	8.2	ปกติ

ตารางที่ 1 ข้อมูลรายวันเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมและลักษณะการเจริญเติบโตของต้นหอมควบคุมด้วเทคโนโลยี IoT และ AI

ระบบไฮโดรโปนิกส์ที่ไม่ได้ควบคุมด้วยเทคโนโลยี

ตารางข้อมูลรายวันเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมและลักษณะการเจริญเติบโตของต้นหอม

วันที่	อุณหภูมิ (°C)	**TDS (ppm)**	pH น้ำ	EC (mS/cm)	ความสูงของต้น (cm)	**สถานะการวิเคราะห์โรค**
20/11/2024	25.5	800	6.5	1.0	1.0	ปกติ
21/11/2024	25.8	810	6.4	1.0	1.3	ปกติ
22/11/2024	26.0	820	6.4	1.1	1.5	ปกติ
23/11/2024	26.2	830	6.3	1.1	1.8	เกิดโรค
24/11/2024	26.5	840	6.3	1.2	2.0	เกิดโรค
25/11/2024	26.7	850	6.2	1.3	2.3	เกิดโรค
26/11/2024	27.0	860	6.2	1.3	2.3	เกิดโรค
27/11/2024	27.2	880	6.1	1.3	2.8	ปกติ
28/11/2024	27.5	890	6.1	1.3	4.5	ปกติ
29/11/2024	27.7	890	6.0	1.4	6.2	ปกติ

ตารางที่ 2 ข้อมูลรายวันเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมและลักษณะการเจริญเติบโตของต้นหอมแบบปกติ

จากการทดลองเปรียบเทียบระหว่างระบบไฮโดรโปนิกส์ที่ควบคุมด้วยเทคโนโลยี IoT และ AI และระบบที่ไม่ควบคุม โดยจะมีการบันทึกข้อมูลสภาพแวดล้อม ใช้เซ็นเซอร์ IoT เก็บข้อมูลค่า pH และ EC ทุกวัน วัดการเจริญเติบโต ถ่ายภาพต้นหอมและใช้ซอฟต์แวร์ CiRA CORE AI Platform วิเคราะห์ความสูงและตรวจสอบโรคของต้นหอม พบว่า ตารางบันทึกข้อมูลรายวันเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมและลักษณะการเจริญเติบโตของต้นหอม ตารางที่ 1 ระบบไฮโดรโปนิกส์ที่ควบคุมด้วยเทคโนโลยี IoT และ AI มีข้อมูลดังนี้ 1.อุณหภูมิ (°C) อยู่ในช่วง 25-28°C ซึ่งช่วยให้ต้นหอมเติบโตได้ดีโดยไม่มีความเสียหายจากความร้อนหรือความเย็น 2.TDS (Total Dissolved Solids) – ppm อยู่ในช่วง 800-900 ppm ทำให้พืชได้รับธาตุอาหารในระดับที่เหมาะสม 3.pH น้ำ ค่า pH อยู่ในช่วง 6.0-6.5 เพื่อให้รากต้นหอมสามารถดูดซึมธาตุอาหารได้ดี 4.EC (Electrical Conductivity - mS/cm) ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายในน้ำแสดงปริมาณธาตุอาหาร โดยสำหรับต้นหอมค่า EC ที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 1.2-1.7 mS/cm 5.ความสูงของต้น (cm) การเจริญเติบโตในแต่ละวันขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมที่ควบคุม เช่น อุณหภูมิ แสง และสารอาหาร

สรุปผลและอภิปรายผลการวิจัย

จากการดำเนินโครงงานฟาร์มต้นหอมไฮโดรโปนิกส์ที่ผสานเทคโนโลยี IoT และ AI เพื่อการเกษตรที่ยั่งยืน พบว่าการนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยควบคุมสภาพแวดล้อมในการปลูกสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของระบบได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยสรุปผลการทดลองและการวิเคราะห์ ความเจริญเติบโตของต้นหอมเพิ่มขึ้น ระบบไฮโดรโปนิกส์ที่ควบคุมด้วย IoT และ AI ทำให้ต้นหอมมีการเจริญเติบโตมากกว่า 20% เมื่อเทียบกับระบบที่ไม่ควบคุมความสูงของต้นหอมในระบบควบคุมเพิ่มขึ้นสม่ำเสมอทุกวัน โดยในวันที่ 10 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดที่ 8.2 ซม. ในระบบที่ไม่ควบคุม การเจริญเติบโตของต้นหอมมีความล่าช้าและแปรปรวน โดยมีปัญหาเรื่องโรคในบางวัน การจัดการสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมระบบควบคุมด้วย IoT และ AI สามารถรักษาค่า อุณหภูมิ ให้อยู่ในช่วง 25-28°C ซึ่งเหมาะสมกับการเจริญเติบโต ค่า TDS ถูกควบคุมให้อยู่ระหว่าง 800-900 ppm ทำให้ต้นหอมได้รับธาตุอาหารในระดับเหมาะสม ค่า pH น้ำ อยู่ในช่วง 6.0-6.5 ซึ่งช่วยให้รากสามารถดูดซึมสารอาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพ ค่า EC อยู่ในช่วง 1.2-1.7 mS/cm สะท้อนถึงความเหมาะสมของปริมาณสารอาหารในระบบการตรวจสอบและป้องกันโรคการใช้ซอฟต์แวร์ CiRA CORE AI Platform วิเคราะห์และตรวจสอบโรคของต้นหอมทำให้สามารถระบุปัญหาได้ตั้งแต่เนิ่น ๆ ในระบบที่ไม่ควบคุม พบการเกิดโรคในวันที่ 4-7 ซึ่งส่งผลให้การเจริญเติบโตลดลง

อภิปรายผลการวิจัย

1. **ข้อดีของเทคโนโลยี IoT และ AI ในการปลูกพืช:**
    - ระบบควบคุมช่วยลดความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม เช่น การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิหรือความเข้มของสารอาหาร
    - การจัดการระบบให้น้ำและสารอาหารแบบอัตโนมัติช่วยลดความผิดพลาดของมนุษย์
2. **ข้อจำกัดของระบบที่ไม่ควบคุม:**
    - การปลูกต้นหอมในระบบที่ไม่ควบคุมทำให้เกิดความล่าช้าในการเจริญเติบโตและเพิ่มความเสี่ยงต่อโรค
    - การไม่มีระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมแบบเรียลไทม์ทำให้ไม่สามารถจัดการปัญหาได้อย่างทันท่วงที
3. **ผลกระทบต่อการเรียนรู้ของนักเรียน:**
    - โครงงานนี้ช่วยให้นักเรียนเข้าใจการใช้งานเทคโนโลยีดิจิทัล เช่น เซ็นเซอร์ IoT การเขียนโปรแกรมควบคุม AI และการวิเคราะห์ข้อมูล
    - นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาและการทำงานเป็นทีมมากขึ้น
4. **ข้อเสนอแนะสำหรับอนาคต:**
    - ควรพัฒนาระบบ AI ให้สามารถคาดการณ์การเกิดโรคได้ล่วงหน้า
    - การสร้างระบบแจ้งเตือนแบบเรียลไทม์ผ่านแอปพลิเคชันเพื่อให้ผู้ใช้งานติดตามสถานการณ์ในฟาร์มได้สะดวกขึ้น

เอกสารอ้างอิง

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2567). นโยบายและจุดเน้นด้านการศึกษาของ สพฐ.

กระทรวงศึกษาธิการ (2567). Learn to Earn: แนวทางการพัฒนาทักษะอาชีพในนักเรียน.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2561). ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี และ Thailand 4.0.

Ghosh, S., & Pal, S. (2021). Smart agriculture: Advances and applications. Academic Press.

National Agricultural Library (NAL). (n.d.). Smart agriculture resources. U.S.

Agriculture and Agri-Food Canada. (n.d.). Research and technology in agriculture.

Government of Canada. https://www.agr.gc.ca/eng/research-and-technology/

Department of Agriculture. https://www.nal.usda.gov/smart-agriculture

ภาพผนวก