



NSTDA



โครงการงาน

การสร้างระบบบอควาโปนิคส์อัจฉริยะสำหรับเกษตรกรรมแบบยั่งยืน
(Smart Aquaponics System for Sustainable Agriculture)

จัดทำโดย

นางสาวภคจิรา ทັນปัญญาเลิศ

นางสาวเข็มจิรา ธรรมนามวนา

นางสาวอชิรญา ปัญญา

ครูที่ปรึกษา

นางสาววรัญญา ชาญกล้า

นายวรเมธ วังกัลยา

โรงเรียนสบเมยวิทยาคม

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาแม่ฮ่องสอน

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

จังหวัดแม่ฮ่องสอน

ชื่อโครงการ	การสร้างระบบอควาโปนิคส์อัจฉริยะสำหรับเกษตรกรรมแบบยั่งยืน (Smart Aquaponics System for Sustainable Agriculture)
ผู้จัดทำโครงการ	1) นางสาวภคจิรา ทันปัญญาเลิศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสบเมยวิทยาคม E-mail pthanpayyaleis@gmail.com 2) นางสาวเข็มจิรา ธรรมนามนา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสบเมยวิทยาคม E-mail khemjira.t@mhs2.go.th 3) นางสาวอชิรญา ปัญญา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสบเมยวิทยาคม E-mail achiraya.panya51@gmail.com
ครูที่ปรึกษา	1) นางสาวรัญญา ชาญกล้า 2) นายวรเมธ วังกล้า

บทคัดย่อ

การศึกษาเรื่องการสร้างระบบอควาโปนิคส์อัจฉริยะสำหรับเกษตรกรรมแบบยั่งยืน มีวัตถุประสงค์เพื่อเพื่อสร้างต้นแบบระบบอควาโปนิคส์อัจฉริยะสำหรับเกษตรกรรมแบบยั่งยืนและประยุกต์ใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI) ในการวิเคราะห์โรคพืชเพื่อลดความเสี่ยงและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต โดยดำเนินการทดสอบระบบรวมกับการเลี้ยงปลาในถังขนาด 200 ลิตร และการปลูกผักกาดคอสดจำนวน 23 ต้น ควบคุมการทำงานของระบบด้วยบอร์ดสมองกลฝังตัว (GoGo Board)

ผลการศึกษาพบว่า ระบบต้นแบบสามารถบริหารจัดการปัจจัยแวดล้อมได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีการหมุนเวียนน้ำในระบบต่อเนื่อง 24 ชั่วโมง ควบคุมการให้อาหารและเปิด-ปิดไฟอัตโนมัติตามเวลาที่กำหนด พร้อมแจ้งเตือนสถานะการทำงานผ่าน Application Line ในด้านการควบคุมสภาพแวดล้อมทางกายภาพ ระบบสามารถรักษาระดับอุณหภูมิน้ำให้อยู่ในช่วงเหมาะสมที่ 28-32 องศาเซลเซียส โดยสั่งการฮีตเตอร์ทำความร้อนให้เปิดเมื่ออุณหภูมิต่ำกว่าเกณฑ์ และมีการตรวจสอบคุณภาพน้ำโดยแจ้งเตือนเมื่อค่าสารละลายรวม (TDS) สูงกว่า 100 ppm นอกจากนี้ การบูรณาการเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI) เพื่อวิเคราะห์และแจ้งเตือนโรคพืช ช่วยให้สามารถแก้ไขปัญหาได้ทันเวลาที่ ส่งผลให้เป็นระบบการจัดการเกษตรแม่นยำที่ครบวงจรและส่งเสริมความยั่งยืน

คำสำคัญ : ระบบอควาโปนิคส์ (Aquaponics), เกษตรอัจฉริยะ (Smart Farming), เกษตรกรรมแบบยั่งยืน (Sustainable Agriculture)

บทนำ (Introduction)

ปัจจุบันภาคการเกษตรกำลังเผชิญกับความท้าทายด้านความมั่นคงทางทรัพยากรและข้อจำกัดของพื้นที่เพาะปลูก โดยเฉพาะการเกษตรแบบดั้งเดิมที่สิ้นเปลืองทรัพยากรน้ำและพึ่งพาสารเคมี ซึ่งส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศและความปลอดภัยของผู้บริโภค นวัตกรรม "อควาโพนิกส์" (Aquaponics) หรือการเลี้ยงสัตว์น้ำร่วมกับการปลูกพืช จึงถูกนำมาใช้เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวโดยจำลองระบบนิเวศธรรมชาติแบบพึ่งพาอาศัยกัน อย่างไรก็ตาม การบริหารจัดการระบบอควาโพนิกส์แบบดั้งเดิมยังประสบปัญหาด้านเสถียรภาพ เนื่องจากการควบคุมปัจจัยแวดล้อมด้วยแรงงานคนมักขาดความต่อเนื่องและความแม่นยำ ส่งผลให้คุณภาพน้ำ ค่าความเป็นกรด-ด่าง และอุณหภูมิเกิดความผันผวน ซึ่งเป็นอุปสรรคสำคัญต่อการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตในระบบและทำให้พืชไม่สามารถดูดซึมธาตุอาหารไปใช้ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

โรงเรียนสเบเมวิทยาคม ได้รับการจัดตั้งให้เป็นศูนย์การเรียนรู้ตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงด้านการศึกษา ได้เล็งเห็นถึงความสำคัญในการยกระดับฐานการเรียนรู้ที่มีอยู่เดิม ได้แก่ "ฐานการเรียนรู้บ่อรวมพลคนเลี้ยงปลา" และ "ฐานการเรียนรู้สวนผักसानใจ ผักไร้สารพิษ" ให้ก้าวทันต่อเทคโนโลยีเกษตรสมัยใหม่ แม้ว่าโรงเรียนสเบเมจะมีต้นทุนทางทรัพยากรที่เข้มแข็งแต่การจะพัฒนาให้เกิดความยั่งยืนและลดภาระด้านแรงงานในการดูแลรักษานั้น จำเป็นต้องมีการศึกษารูปแบบการจัดการที่สามารถควบคุมตัวแปรทางธรรมชาติได้อย่างแม่นยำ เพื่อลดความสูญเสียและเพิ่มศักยภาพในการผลิตให้สอดคล้องกับบริบทของสถานศึกษา

คณะผู้จัดทำจึงได้มีแนวคิดในการสร้างระบบอควาโพนิกส์อัจฉริยะสำหรับเกษตรกรรมแบบยั่งยืน โดยบูรณาการเทคโนโลยี Internet of Things (IoT) เข้ามาช่วยในการบริหารจัดการระบบแบบครบวงจร ตั้งแต่การควบคุมคุณภาพน้ำ การปรับอุณหภูมิ และระบบอัตโนมัติต่างๆ ได้แก่ การให้อาหารและฟลોแมลง เพื่อให้กระบวนการเปลี่ยนของเสียจากปลาเป็นธาตุอาหารพืชดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด และยังสามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI) ในการตรวจจับและวิเคราะห์โรคพืช เพื่อให้สามารถวางแผนป้องกันและแก้ไขปัญหาได้ทันท่วงที นวัตกรรมนี้จึงถือเป็นต้นแบบเกษตรแม่นยำที่ช่วยลดการใช้ทรัพยากร เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และสอดคล้องกับวิถีแห่งความพอเพียงอย่างยั่งยืน

วัตถุประสงค์ของโครงการ (Purpose/Objective)

- เพื่อสร้างต้นแบบระบบอควาโพนิกส์อัจฉริยะสำหรับเกษตรกรรมแบบยั่งยืน
- เพื่อประยุกต์ใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI) ในการวิเคราะห์โรคพืชเพื่อลดความเสี่ยงและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต

ขอบเขตการวิจัย

1) ขอบเขตตัวแปร

ตัวแปรต้น : ระบบอควาโพนิกส์อัจฉริยะสำหรับเกษตรกรรมแบบยั่งยืน

ตัวแปรตาม : การเจริญเติบโตของปลาดุก และการเจริญเติบโตของผักกาดคอส

ตัวแปรควบคุม : ชนิดของปลา ชนิดของผัก ปริมาณน้ำในถัง

2) ขอบเขตสถานที่ : ฐานการเรียนรู้บ่อรวมพล คนเลี้ยงปลา โรงเรียนสบเมยวิทยา

3) ขอบเขตระยะเวลา : ตุลาคม 2568 – มกราคม 2569

การทบทวนวรรณกรรม (Literature Review)

การเลี้ยงปลาร่วมกับการปลูกพืชเป็นระบบเกษตรผสมผสานที่มุ่งเน้นการใช้ทรัพยากรที่ดินและน้ำให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยอาศัยวงจรชีวภาพที่เกื้อกูลกัน (Symbiosis) ระหว่างสัตว์น้ำและพืชเกษตร เช่น การเลี้ยงปลาในนาข้าว หรือการปลูกพืชผักบนคันบ่อ ระบบนี้ช่วยลดต้นทุนการผลิตเนื่องจากมูลปลาทำหน้าที่เป็นปุ๋ยชีวภาพให้แก่พืช ในขณะที่เศษพืชและแมลงศัตรูพืชจะกลายเป็นแหล่งอาหารธรรมชาติสำหรับปลา ช่วยรักษาสมดุลนิเวศวิทยาและลดการใช้สารเคมี ปัจจัยสำคัญในการจัดการคือการเลือกชนิดปลาที่เหมาะสม (เช่น ปลากินพืช หรือปลากินเนื้อที่ไม่ทำลายรากพืช) และการควบคุมระดับน้ำรวมถึงการใช้สารเคมีในการเกษตรอย่างระมัดระวังเพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบต่อสัตว์น้ำ ผลลัพธ์ที่ได้คือเกษตรกรสามารถสร้างรายได้จากสองทางพร้อมกัน ลดความเสี่ยงด้านราคาผลผลิต และสร้างความมั่นคงทางอาหารในครัวเรือน ซึ่งสอดคล้องกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง โดยสรุป การบูรณาการเลี้ยงปลาควบคู่กับการปลูกพืชเป็นกลยุทธ์การเกษตรที่ยั่งยืน ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตต่อหน่วยพื้นที่ และเป็นการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติให้เกิดความคุ้มค่าสูงสุด

ปลาดุกบักอยู่เป็นสายพันธุ์ลูกผสมระหว่างแม่ปลาดุกอุยและพ่อปลาดุกเทศ ซึ่งมีจุดเด่นคือเจริญเติบโตเร็ว ทนทานต่อโรค และมีรสชาติดี เป็นที่ต้องการของตลาด การเพาะเลี้ยงสามารถทำได้ทั้งในบ่อดินและบ่อซีเมนต์ โดยเตรียมบ่อให้สะอาดและปล่อยลูกปลานาน 1-3 เซนติเมตร ในอัตราความหนาแน่นประมาณ 40-100 ตัวต่อตารางเมตร การจัดการด้านอาหารควรใช้อาหารเม็ดสำเร็จรูปหรืออาหารเสริมวันละ 2 ครั้ง ควบคู่ไปกับการควบคุมคุณภาพน้ำและการป้องกันโรค ซึ่งใช้เวลาเลี้ยงประมาณ 3-4 เดือน จะได้ขนาดที่จำหน่ายได้ (200-400 กรัม) การเลี้ยงปลาดุกบักอยู่เป็นแนวทางการประกอบอาชีพที่มีศักยภาพสูงสำหรับเกษตรกร เนื่องจากมีขั้นตอนการเลี้ยงที่ไม่ซับซ้อน ให้ผลผลิตเร็ว และสร้างผลตอบแทนทางเศรษฐกิจได้อย่างคุ้มค่า

ผักกาดหวาน (Cos Lettuce) เป็นพืชที่เจริญเติบโตได้ดีในสภาพอากาศเย็น (10-24 องศาเซลเซียส) มีคุณค่าทางโภชนาการสูงโดยเฉพาะวิตามินซีและธาตุเหล็ก การเพาะปลูกควรใช้ดินร่วนซุยที่มีความอุดมสมบูรณ์ ค่าความเป็นกรด-ด่าง 6.0-6.5 และควรปลูกในโรงเรือนหากเป็นฤดูฝนเพื่อป้องกันใบช้ำ ขั้นตอนการผลิตเริ่มจากการเพาะกล้า 3-4 สัปดาห์ ก่อนย้ายปลูกด้วยระยะห่าง 30-40 เซนติเมตร พร้อมดูแลระบบน้ำและปุ๋ยอย่างสม่ำเสมอ สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้เมื่ออายุ 75-90 วัน โดยคัดเลือกหัวที่เข้าหลวมๆ และต้อง

จัดการหลังการเก็บเกี่ยวด้วยการลดอุณหภูมิลงเหลือ 3 องศาเซลเซียสทันที กรรมวิธีดังกล่าวช่วยรักษาคุณภาพความสดกรอบและยืดอายุการเก็บรักษาผักกาดหวานให้ได้มาตรฐานตรงตามความต้องการของตลาด

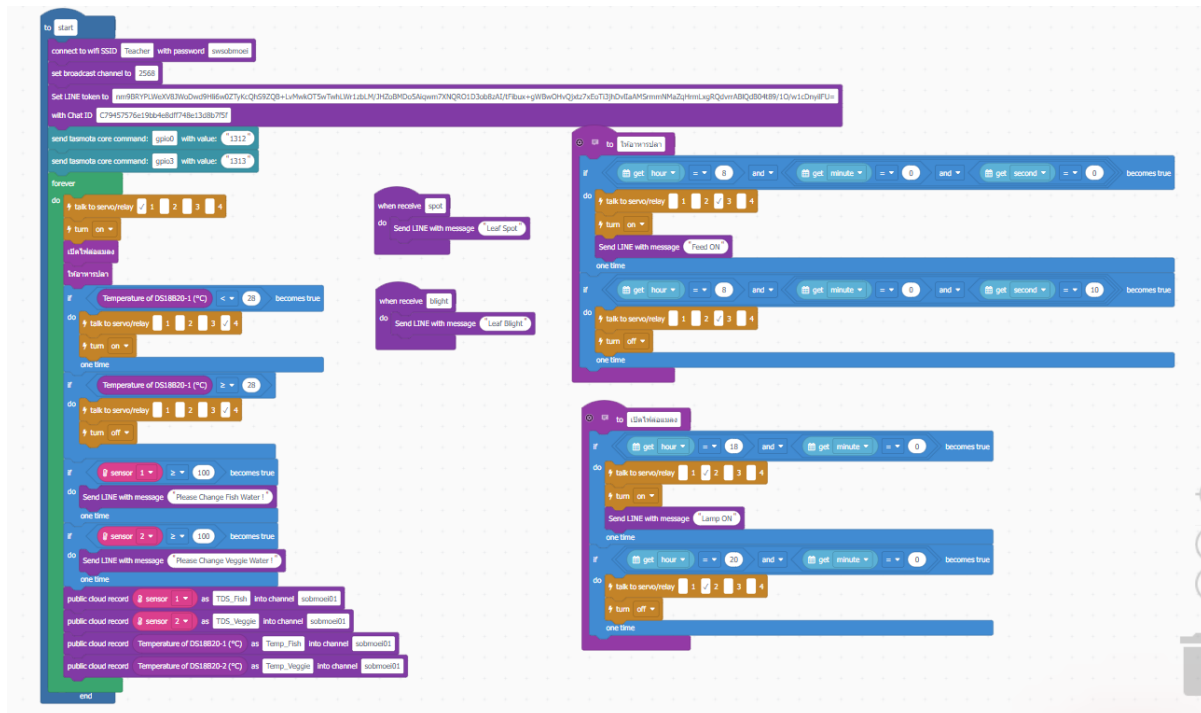
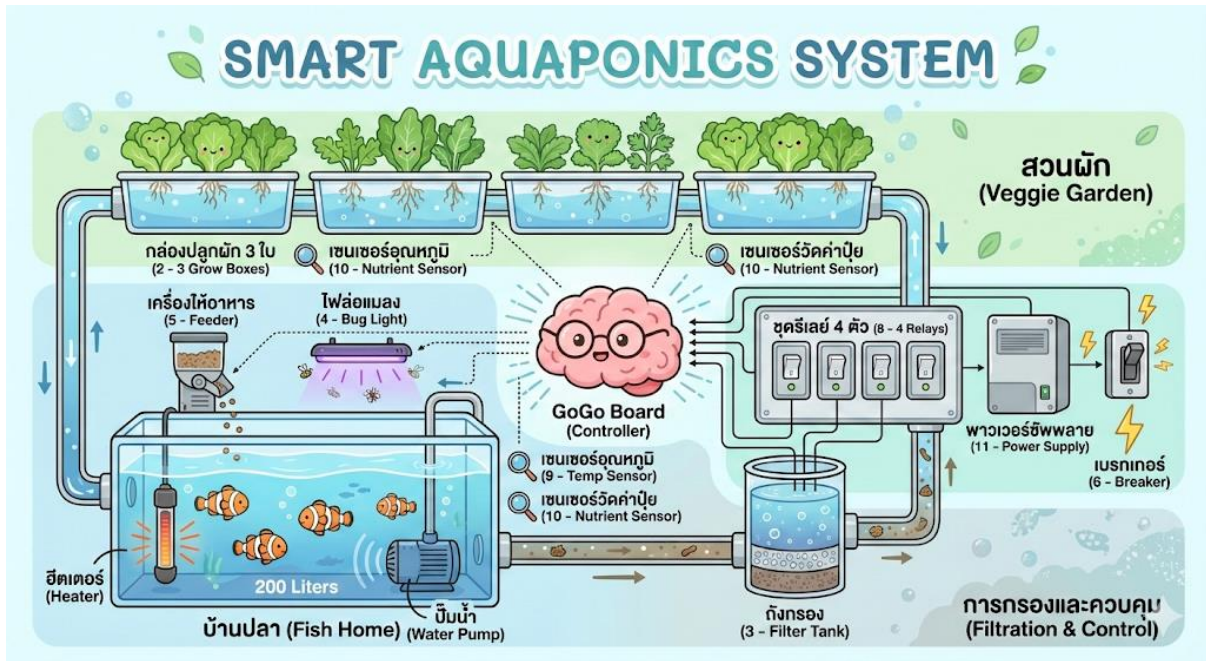
สาธิต บุญน้อม และคณะ (2565) ได้ศึกษาเกี่ยวกับ การวิจัยระบบอควาโพนิกส์ในการเลี้ยงปลานิล ด้วยระบบน้ำหมุนเวียนร่วมกับการปลูกผักสลัดแบบไร้ดินที่แตกต่างกัน โดยศึกษาการเลี้ยงปลานิลในระบบน้ำหมุนเวียนร่วมกับการปลูกผักสลัดในระบบพีชไร้ดินที่แตกต่างกัน แบ่งการทดลองเป็น 3 ชุดการทดลอง ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ คือ การเลี้ยงปลานิลร่วมกับปลูกผักสลัดในระบบ MNFT (ชุดควบคุม) การเลี้ยงปลานิลร่วมกับปลูกผักสลัดในระบบ DRFT และการเลี้ยงปลานิลร่วมกับปลูกผักสลัดในระบบ DFT (ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ) เลี้ยงนาน 28 วัน พบว่า ปลานิลที่เลี้ยงร่วมกับการปลูกผักสลัดแบบ DFT มีการเจริญเติบโตที่ดีที่สุด มีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย ความยาวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย มีความ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ส่วนการเจริญเติบโตของผักสลัด พบว่าชุด ปลูกพืชแบบ DFT มีความยาวรากที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย ความสูงลำต้นที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย และจำนวนใบที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย มี ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ส่วนการเจริญเติบโตของผักสลัด พบว่าชุดปลูกพืชแบบ DFT มีความยาวรากที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย ความสูงลำต้นที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย และจำนวนใบที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) กับชุดการปลูกผักสลัดแบบ DRFT และ MNFT

เสาวลักษณ์ โต๊ะขาว และคณะ (2567) ได้ศึกษาเกี่ยวกับ ระบบควบคุมการปลูกผักสลัดในโรงเรือน อควาโพนิกส์กึ่งอัตโนมัติโดยใช้เทคโนโลยี IoTและไมโครคอนโทรลเลอร์ ผลการวิจัยพบว่า 1) ระบบแบ่งตามการทำงานแยกตามสิทธิผู้ใช้งาน 3 กลุ่ม ได้แก่ บุคคลทั่วไปผู้เชี่ยวชาญทดลองใช้งาน และกลุ่มที่สนใจด้านเกษตรกร โดยแบ่งตามขอบเขตงานหลักดังนี้ สามารถตรวจสอบวัดระดับน้ำในตุ๋ปลาได้สามารถวัดค่า pH ในน้ำ สามารถตรวจวัดค่า EC ในน้ำ สามารถวัดอุณหภูมิของน้ำ สามารถวัดอุณหภูมิและความชื้นในอากาศ สามารถเปิด/ปิดหลอดไฟตามเวลาที่กำหนด สามารถเรียกดูค่ารายงานค่า pH ค่า EC ค่าอุณหภูมิ และปริมาณของน้ำ 2) ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ =4.83, S.D.= 0.30) และ 3) ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานอยู่ในระดับระดับมาก ($\bar{X}$ =4.28, S.D.= 0.67)

วิธีดำเนินการวิจัย (Methodology)

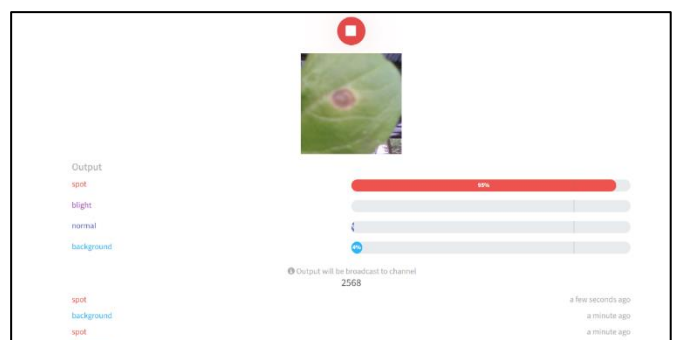
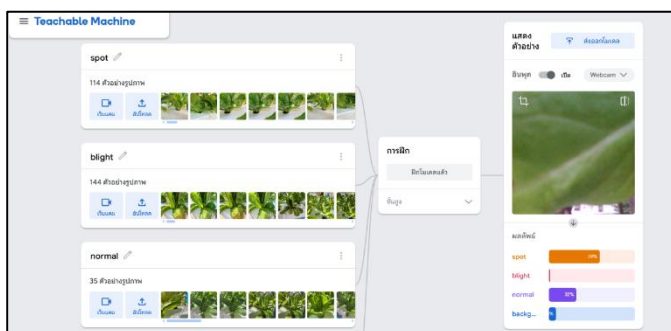
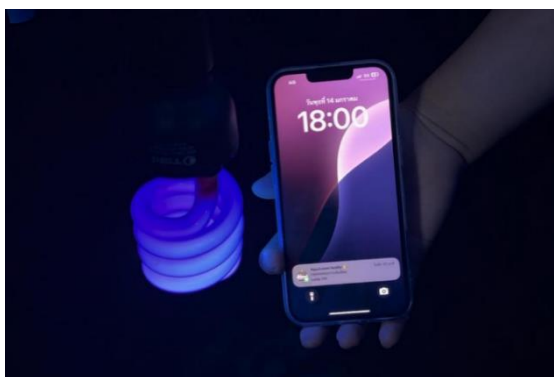
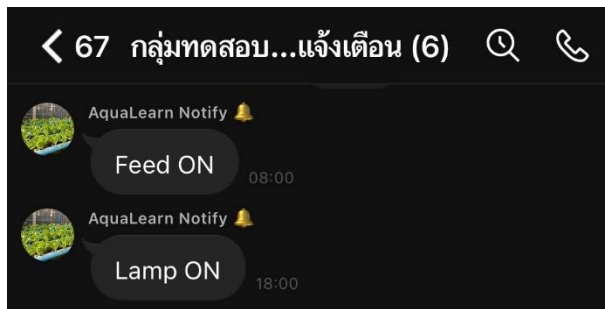
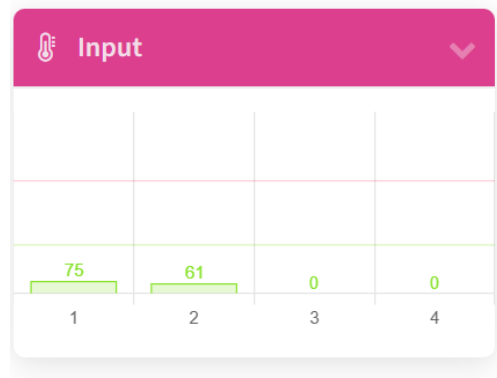
ขั้นตอนและแผนการดำเนินงาน

1. ศึกษาข้อมูลและวิเคราะห์ความต้องการ (Input)
 - ศึกษาหลักการอควาโพนิกส์ การปลูกพืชไฮโดรโปนิิกส์ และการเลี้ยงปลา
 - วิเคราะห์ปัญหาและข้อจำกัดของระบบเดิม
2. ออกแบบระบบและเลือกอุปกรณ์ (Process)
 - เลือกใช้ สมองกลฝังตัว (GOGO Board), เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ, เซนเซอร์วัดค่าสารละลายในน้ำ (TDS), ป้อนน้ำ, ระบบให้อาหารอัตโนมัติ และระบบฟล่อแมลง
 - ออกแบบวงจรและระบบควบคุมอัตโนมัติ



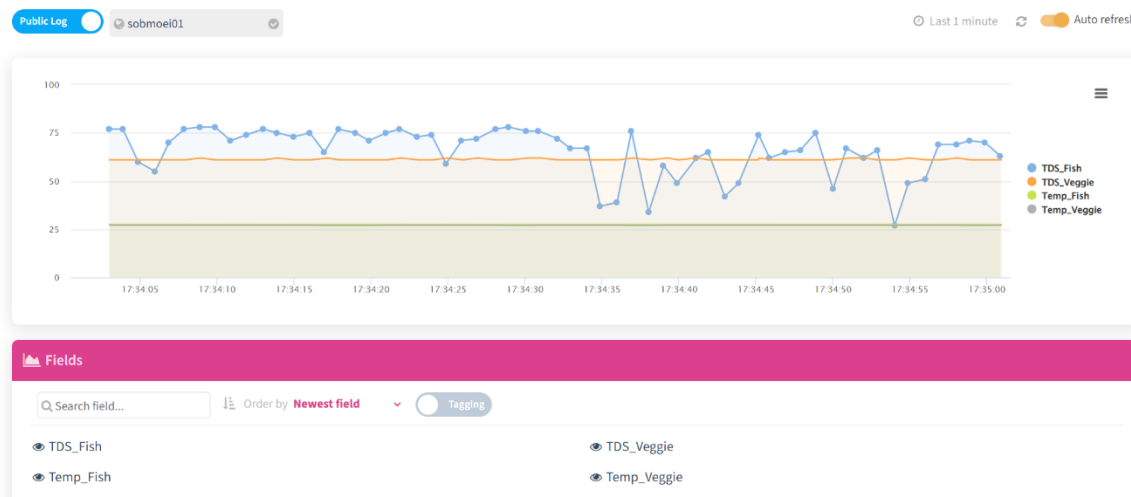
3. ติดตั้งและทดสอบระบบ (Process)

- ติดตั้งอุปกรณ์และเชื่อมต่อเซนเซอร์กับบอร์ด
- ทดสอบการทำงานของปั๊มน้ำ ระบบให้อาหารปลา ระบบไฟล่อแมลง ระบบตรวจวัดอุณหภูมิ น้ำ และระบบตรวจสอบคุณภาพน้ำ
- ตรวจสอบการส่งข้อมูลแบบเรียลไทม์ไปยังแหล่งข้อมูล



4. เก็บข้อมูลและวิเคราะห์ผล (Process)

- เก็บข้อมูลอุณหภูมิ ค่าสารละลายในน้ำ และอัตราการเจริญเติบโตของปลาและพืช
- วิเคราะห์แนวโน้มและประสิทธิภาพของระบบ



5. ประเมินผลและปรับปรุงระบบ (Output)

- ประเมินประสิทธิภาพของระบบอัตโนมัติ เช่น การควบคุมค่าอุณหภูมิ และการตรวจสอบค่าสารละลายในน้ำ (TDS)
- ปรับปรุงระบบตามผลการทดสอบและข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัย (Findings/ Results)

จากการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบอควาโพนิกส์อัจฉริยะสำหรับเกษตรกรรมแบบยั่งยืน (Smart Aquaponics System for Sustainable Agriculture) มีผลการวิจัยดังนี้

1. ผลการทำงานของระบบควบคุมอัตโนมัติ จากการทดสอบระบบหมุนเวียนน้ำและระบบอำนวยความสะดวกพื้นฐาน พบว่าระบบสามารถทำงานได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด ดังนี้

1.1 ระบบหมุนเวียนน้ำ ป้อนน้ำสามารถทำงานได้ต่อเนื่องตลอด 24 ชั่วโมง โดยมีอัตราการไหลเวียนจากถังเลี้ยงปลา ผ่านถังกรองและกระเบปปลูกพืช ก่อนไหลเวียนกลับสู่ถังเลี้ยงปลาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยให้เกิดการแลกเปลี่ยนออกซิเจนและธาตุอาหารในระบบอย่างสมบูรณ์

1.2 ระบบให้อาหาร ระบบสามารถส่งจ่ายอาหารได้ตรงตามเวลาที่กำหนดไว้คือ 08.00 น. โดยปริมาณอาหารที่จ่ายมีความสม่ำเสมอและเหมาะสมกับความต้องการของปลา พร้อมทั้งมีการส่งแจ้งเตือนสถานะการทำงานผ่านแอปพลิเคชัน Line ได้อย่างถูกต้อง

1.3 ระบบไฟล่อแมลง ระบบควบคุมไฟล่อแมลงทำงานสัมพันธ์กับเวลาที่ตั้งไว้ โดยเปิดทำงานในเวลา 18.00 น. และปิดในเวลา 20.00 น. ซึ่งมีการแจ้งเตือนสถานะการเปิด-ปิดผ่านแอปพลิเคชัน Line ตามเวลาจริง

2. ผลการทำงานของระบบควบคุมสภาพแวดล้อม จากการทดสอบการอ่านค่าเซนเซอร์และการตอบสนองของอุปกรณ์ พบว่า

2.1 การควบคุมอุณหภูมิ ระบบสามารถรักษาระดับอุณหภูมิของน้ำให้อยู่ในช่วงเหมาะสม (28 - 32 องศาเซลเซียส) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อเซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิอ่านค่าได้ต่ำกว่า 28 องศาเซลเซียส ระบบสั่งการให้ฮีตเตอร์ทำความร้อนทำงานทันที และหยุดทำงานเมื่ออุณหภูมิปกติ

2.2 การตรวจสอบคุณภาพน้ำ ระบบสามารถตรวจวัดค่าสารละลายในน้ำ (TDS) ได้อย่างต่อเนื่อง โดยเมื่อจำลองสถานการณ์ให้ค่า TDS สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้คือ 100 ppm ระบบสามารถตรวจจับความผิดปกติและส่งข้อความแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชัน Line เพื่อแจ้งให้ผู้ดูแลดำเนินการเปลี่ยนถ่ายน้ำได้ทันที

3. ผลการทำงานของระบบวิเคราะห์โรคพืชด้วยปัญญาประดิษฐ์ (AI) จากการทดสอบระบบวิเคราะห์โรคในผัก พบว่าระบบปัญญาประดิษฐ์ (AI) สามารถประมวลผลภาพและวิเคราะห์อาการของโรคพืชได้อย่างแม่นยำ โดยเมื่อกล้องตรวจพบความผิดปกติของใบพืช ระบบสามารถระบุชนิดของโรคและส่งภาพพร้อมการแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชัน Line ได้แบบเรียลไทม์ ช่วยให้ผู้ดูแลสามารถจัดการปัญหาโรคพืชได้ทันทั่วทั้ง

สรุป และอภิปรายผลการวิจัย (Conclusion and Discussion)

สรุปผลการวิจัย

การสร้างระบบอควาโพนิกส์อัจฉริยะสำหรับเกษตรกรรมแบบยั่งยืน ร่วมกับเทคโนโลยี IoT ผ่าน GoGoBoard โดยมีกลไกหลักคือระบบหมุนเวียนน้ำที่ทำงานตลอด 24 ชั่วโมง และสามารถควบคุมปัจจัยสภาพแวดล้อม ได้แก่ การตั้งเวลาให้อาหารและเปิด-ปิดไฟส่องแสงตามช่วงเวลาที่กำหนด พร้อมระบบแจ้งเตือนสถานะการทำงานผ่าน Application Line ด้านสภาพแวดล้อมทางกายภาพ ระบบได้ติดตั้งเซนเซอร์ตรวจวัดและควบคุมอุณหภูมิของน้ำให้อยู่ในช่วงเหมาะสมที่ 28-32 องศาเซลเซียส โดยสั่งการฮีตเตอร์ให้ทำงานทันทีเมื่ออุณหภูมิต่ำกว่าเกณฑ์ รวมทั้งตรวจสอบคุณภาพน้ำด้วยค่าสารละลายรวม (TDS) หากพบค่าสูงกว่ามาตรฐาน 100 ppm ระบบจะแจ้งเตือนเพื่อดำเนินการแก้ไขทันที และมีระบบการจัดการด้วยเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI) เพื่อวิเคราะห์และแจ้งเตือนโรคพืช ซึ่งช่วยลดความเสี่ยง และสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการเกษตรแม่นยำอย่างครบวงจร

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาและพัฒนาอควาโพนิกส์อัจฉริยะสำหรับเกษตรกรรมแบบยั่งยืน สามารถอภิปรายผลการทำงานของระบบในประเด็นต่างๆ ได้ดังนี้

1. **ประสิทธิภาพของระบบควบคุมอัตโนมัติและการบริหารจัดการน้ำ** การที่ระบบสามารถควบคุมการหมุนเวียนน้ำได้ตลอด 24 ชั่วโมง และมีการให้อาหารปลาอัตโนมัติตรงตามเวลา สอดคล้องกับหลักการพื้นฐานของระบบอควาโพนิกส์ที่ต้องการการไหลเวียนของน้ำอย่างต่อเนื่องเพื่อให้กระบวนการเปลี่ยนของเสียจากปลา เป็นธาตุอาหารพืช โดยจุลินทรีย์เกิดขึ้นได้อย่างสมบูรณ์ การใช้ระบบอัตโนมัติจึงช่วยลดความผิดพลาดจากมนุษย์ และลดภาระงานในการดูแลรักษาได้

2. การควบคุมปัจจัยสภาพแวดล้อมเพื่อการเจริญเติบโต ผลการทดลองควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในช่วง 28-32 องศาเซลเซียส โดยใช้ฮีตเตอร์ทำงานอัตโนมัติเมื่ออุณหภูมิต่ำกว่าเกณฑ์ ถือเป็นช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปลาดุกและกระบวนการเมแทบอลิซึมของสัตว์น้ำเขตร้อน การควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ช่วยลดความเครียดของปลาและลดอัตราการการเกิดโรคในช่วงที่อากาศเปลี่ยนแปลงได้ นอกจากนี้ การกำหนดค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำ (TDS) ไม่ให้เกิน 100 ppm พร้อมระบบแฉ่งเตียน ช่วยให้สามารถควบคุมความสะอาดและสมดุลของสารละลายในน้ำให้อยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัยต่อทั้งปลาและผัก ป้องกันปัญหาน้ำเน่าเสียสะสม

3. การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI) ในการเกษตรแม่นยำ การนำระบบ AI วิเคราะห์โรคพืช แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของเกษตรอัจฉริยะ ที่ช่วยให้การวินิจฉัยโรคมีความรวดเร็วและแม่นยำกว่าการสังเกตด้วยตาเปล่า โดยเฉพาะสำหรับผู้เริ่มทำการเกษตรที่อาจขาดความเชี่ยวชาญ การแจ้งเตือนทันทีที่พบโรคช่วยให้สามารถระงับการแพร่ระบาดได้ทันที่ ลดความเสียหายของผลผลิต

4. ประสิทธิภาพของการสื่อสารและการแจ้งเตือนผ่าน IoT การเชื่อมต่อระบบเซนเซอร์และการทำงานทุกส่วนเข้ากับ Application Line ทำให้ผู้ใช้งานสามารถติดตามสถานะของฟาร์มได้แบบเรียลไทม์ (Real-time Monitoring) ซึ่งสอดคล้องวิถีชีวิตยุคใหม่และแก้ปัญหาข้อจำกัดด้านเวลาในการดูแล ทำให้ระบบควาโปนิกส์มีความยั่งยืนและสามารถนำไปปฏิบัติได้จริงในครัวเรือนหรือโรงเรียน

ข้อเสนอแนะ

1. การแจ้งเตือนผ่าน Application Line ยังมีข้อจำกัดในด้านจำนวนการส่งข้อความแจ้งเตือน
2. การทำงานของ GoGo Board ยังคงจำกัดในด้านประสิทธิภาพ
3. ทำการทดสอบกับการเลี้ยงปลา และปลูกผักชนิดอื่นๆ

เอกสารอ้างอิง (References)

กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2550). *การเพาะเลี้ยงปลาดุกบักอูย* : ฝ่ายเผยแพร่ ส่วนเผยแพร่การประมง สำนักพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีการประมง

ณัฐริยา เกียรติไพบูลย์. *การผสมผสานระบบการเลี้ยงสัตว์น้ำและการปลูกพืชแบบไร้ดิน* : กลุ่มเศรษฐกิจการประมง กองนโยบายและยุทธศาสตร์พัฒนาการประมง กรมประมง

สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน). (2558). ผักกาดหวาน. สืบค้นจาก <https://hkm.hrdi.or.th/Knowledge/detail/6>

สาธิต บุญน้อม และคณะ. (2565). *การวิจัยระบบควาโปนิกส์ในการเลี้ยงปลานิลด้วยระบบน้ำหมุนเวียน ร่วมกับการปลูกผักสลัดแบบไร้ดินที่แตกต่างกัน*. วารสารแก่นเกษตร (ปี 50 ฉบับพิเศษ) หน้า 77-84

เสาวลักษณ์ โต๊ะขาว และคณะ. (2567). *ระบบควบคุมการปลูกผักสลัดในโรงเรือนควาโปนิกส์กึ่งอัตโนมัติโดยใช้เทคโนโลยี IoT และไมโครคอนโทรลเลอร์*. ในการประชุมวิชาการระดับชาติ ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเครือข่ายสถาบันอุดมศึกษาภาคใต้ ครั้งที่ 9 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย จังหวัดนครศรีธรรมราช