PRAWARUN AGRICULTURAL JOURNAL

https://li01.tci-thaijo.org/index.php/pajrmu/index

บทความวิจัย

ประสิทธิภาพการผลิตมะระขี้นกอินทรีย์ ระบบ Smart farming ในพื้นที่จังหวัดมหาสารคามของประเทศไทย

รภัสสา จันทาศรี[1*] วิรุณ โมนะตระกูล[2] สุจริตรา ผาระนัด[3] และ ฉมามาศ จันทาศรี[4]

[1]*สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000*

[2]*สาขาวิชานวัตกรรมเทคโนโลยีเครื่องจักรกล คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000*

[3]*สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000*

[4]*โรงพยาบาลร้อยเอ็ด อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด 45000*

ข้อมูลบทความ

Article history

รับ: 31 มีนาคม 2565

แก้ไข: 11 สิงหาคม 2565

ตอบรับการตีพิมพ์: 20 กันยายน 2565

ตีพิมพ์ออนไลน์: 2 พฤศจิกายน 2565

คำสำคัญ

นวัตกรรมการเกษตร

มะระขี้นก

ผลกระทบทางเศรษฐกิจ

ระบบ IoT

ระบบเกษตรอินทรีย์

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมะระขี้นกอินทรีย์โดยใช้ระบบ Smart farming ในพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ระหว่างเดือน มกราคม 2564 ถึง มกราคม 2565 ในพื้นที่จำนวน 2 ไร่ ซึ่งได้ทำการออกแบบและพัฒนาระบบให้น้ำและปุ๋ยแบบอัตโนมัติ พร้อมระบบตรวจสอบ และสั่งการด้วยระบบ IoT ทำการติดตั้งอุปกรณ์ระบบควบคุมระบบท่อส่งน้ำ ระบบให้ปุ๋ย ระบบไฟฟ้า ระบบปั๊ม อุปกรณ์บำบัดกรองน้ำ และวางผัง การวางอุปกรณ์ และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เพื่อใช้จับสัญญาณ อุณหภูมิ ความชื้น โดยทำการพัฒนาระบบตรวจสอบ ในการสั่งการ ให้น้ำและปุ๋ยแบบอัตโนมัติ จากนั้นทำการทดสอบและเก็บข้อมูลเพื่อประเมินประสิทธิภาพของการผลิตมะระขี้นกอินทรีย์ ผลการวิจัย พบว่าระบบ Smart farming สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต จำนวนผลผลิตในแต่ละรอบการเก็บเกี่ยวจะเพิ่มจาก 7,000 เป็น 10,452.66 กิโลกรัม ซึ่งสามารถประเมินผลกระทบทางเศรษฐกิจได้อยู่ที่ 303,643.64 บาทต่อปี สามารถสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรมากกว่า 3 เท่า (564,443.64 บาท/ปี) ถึงแม้จะมีข้อจำกัดในเรื่องต้นทุนการผลิตค่าวัสดุในการติดตั้งระบบ Smart farming ค่อนข้างสูงในระยะเริ่มต้น (112,800 บาท/2 ไร่/ปี) แต่มีข้อดีในเรื่องการบริหารจัดการด้านแรงงาน ประหยัดเวลาและทรัพยากรการผลิตในระยะยาว (พื้นที่ 2 ไร่ขึ้นไปไม่เกิน 10 ไร่ ใช้แรงงาน 1 คน) ซึ่งจะส่งผลให้คืนทุนได้เร็วในระยะเวลาสั้น ผลผลิต (10,452.66 กิโลกรัม/รอบการผลิต) สามารถสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรได้อย่างยั่งยืน (จากกำไร 147,600 บาท/ปี เป็น 451,642.64 บาท/ปี)

บทนำ

มะระขี้นกเป็นผักพื้นบ้านและสมุนไพรที่คนไทยรู้จักนำมาประกอบอาหารและทานเป็นยามายาวนาน นิยมปลูกเป็นพืชผักสวนครัวตามสวนหลังบ้านและสามารถพบเห็นได้ทั่วไปในเขตชนบท ปัจจุบันพบเห็นยากมากที่เกิดขึ้นเองตามริมทาง ด้วยวิถีต่าง ๆ และสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไปประกอบกับมีสรรพคุณทางสมุนไพรจึงเป็นที่ต้องการจำนวนมาก จำต้องปรับกลยุทธ์มาเป็นการเพาะปลูกเพื่อการค้า (Yoshime et al., 2016) โดยเฉพาะการผลิตสมุนไพรในระบบอินทรีย์เป็นที่ต้องการของผู้ประกอบการจำนวนมากเนื่องจากมีความปลอดภัยสูงในการนำมาผลิตยาสมุนไพร ระบบอินทรีย์จะให้ความสำคัญของดินมากที่สุด (Land Development Department, Ministry of Agriculture and Cooperatives, 2010) ระบบการผลิตแบบอินทรีย์ให้ความสำคัญกับการสร้างสภาพแวดล้อมให้สู่นิเวศน์ที่เป็นธรรมชาติ และไม่มีการปนเปื้อนของสารเคมีที่จะมาทำลายนิเวศน์ที่เป็นธรรมชาตินี้ จึงต้องให้ความสำคัญกับ ดิน น้ำ พันธุ์พืช (ที่ไม่ใช่ GMOs) ตลอดจนการดูแลจนกระทั่งเก็บเกี่ยวผลผลิต และแปรรูปผลผลิต จังหวัดมหาสารคามได้รับเลือกเป็น เมืองสมุนไพร โดยหน่วยงานการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดมหาสารคามเป็นหน่วยงานหลักในการขับเคลื่อนร่วมกับภาคส่วนอื่น ๆ ทั้งภาครัฐ ภาคเอกชน และภาคประชาชน เป้าหมายหลัก เพื่อมุ่งเน้นการพัฒนาคุณภาพวัตถุดิบสมุนไพรอย่างมีคุณภาพและมีมาตรฐาน เพื่อส่งเสริมพัฒนาระบบการตลาด เพิ่มช่องทางการนำไปใช้ประโยชน์เพิ่มมากขึ้นและเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ สมุนไพร รวมทั้งเพื่อผลักดันการใช้สมุนไพรในระบบบริการสุขภาพอย่างครบวงจร โดยเกษตรกรในจังหวัดมหาสารคามและเครือข่ายผู้ผลิตผักสมุนไพรปลอดสาร ดำเนินกิจการด้านการการเกษตรในการปลูกผักและสมุนไพรปลอดสารจำหน่ายให้กับตลาดในประเทศและต่างประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเพาะปลูกมะระขี้นกพันธุ์มดดำเพื่อจำหน่ายให้กับโรงพยาบาล

*Corresponding author

E-mail address: juntasri@hotmail.com (R. Janthasri)

Online print: 2 November 2022 Copyright © 2022. This is an open access article, production, and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. https://doi.org/10.14456/paj.2022.18

เจ้าพระยาอภัยภูเบศร และโรงพยาบาลในจังหวัดใกล้เคียง (Janthasri, 2021) ในการนำไปผลิตยาสมุนไพรหลากหลายชนิดปัจจุบันมะระขี้นกอินทรีย์มีความต้องการปีละ 70,000 กิโลกรัมต่อปี (Monatrakul, 2019) ใน 1 ปีสามารถผลิตได้เพียง 2 รอบ มีผลผลิตสด 7,000 กิโลกรัมต่อรอบการผลิตต่อพื้นที่ 2 ไร่ (Janthasri & Monatrakul, 2021) ราคาจำหน่ายผลผลิตสดอินทรีย์กิโลกรัมละ 18 บาท (Monatrakul, 2021) ซึ่งการขยายพื้นที่เพื่อเพิ่มปริมาณผลผลิตสามารถทำได้แต่มีปัญหาเรื่องการจัดการดูแล โดยเฉพาะแรงงาน เนื่องจากมะระขี้นกต้องการปริมาณน้ำมาก จำเป็นต้องให้น้ำเช้า–เย็น ประกอบกับการให้ปุ๋ยชีวภาพต้องทำเป็นประจำทุก ๆ สัปดาห์ (Janthasri & Monatrakul, 2021) เทคโนโลยี Internet of Thing ถูกนำมาประยุกต์ใช้งานในด้านต่าง ๆ ที่สำคัญ จนทำให้เกิดนวัตกรรมใหม่มากมาย แนวคิด “สมาร์ทฟาร์ม (Smart farm)” คือ การใช้เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ รวมถึงเทคโนโลยีสารสนเทศ การพัฒนา เทคโนโลยีเพื่ออำนวยความสะดวก การจัดการฟาร์มเกษตรกรรมในรูปแบบที่เรียกว่าระบบฟาร์มอัจฉริยะ (Smart farming system) เป็นการประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อที่จะสอดคล้องกับ Thailand 4.0 ที่เป็นการนำเอาเทคโนโลยีมาช่วยส่งเสริม (Pothong et al., 2019) ในด้านการเกษตรการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยการนำเทคโนโลยีด้าน Smart farm มาใช้ในการแก้ปัญหา จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องใช้เทคโนโลยีในการควบคุมการเพาะปลูก อาทิ ระบบควบคุมการให้น้ำและปุ๋ยแบบอัตโนมัติ และสามารถตรวจสอบและสั่งการด้วยระบบ IoT ได้ เพื่อช่วยแก้ปัญหาดังกล่าว (Srbinovska, et al., 2015) จะทำให้เกษตรกรสามารถเพิ่มปริมาณการผลิตมะระขี้นกอินทรีย์ ดังนั้น การศึกษาประสิทธิภาพการผลิตมะระขี้นกอินทรีย์ระบบ Smart farming ในพื้นที่จังหวัดมหาสารคามของประเทศไทยจะเป็นฐานข้อมูลเบื้องต้นในการนำระบบ Smart farming มาเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสมุนไพร เพื่อสร้างรายได้เสริมอย่างยั่งยืนในชุมชนจังหวัดมหาสารคาม และเป็นเสมือนโครงการต้นแบบนำร่องสู่การต่อยอดโครงการเมืองสมุนไพรของมหาสารคาม ที่จะสร้างความเข้มแข็งของการบริหารตามนโยบายของรัฐ และพัฒนาคุณภาพวัตถุดิบผลิตภัณฑ์สมุนไพรอินทรีย์ ตลอดจนเพิ่มมูลค่าทางการตลาดสมุนไพรอินทรีย์ ขยายช่องทางการตลาดและสร้างเครือข่ายสมุนไพรอินทรีย์ในพื้นที่ชุมชนจังหวัดมหาสารคามอย่างยั่งยืน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมะระขี้นกอินทรีย์โดยใช้ระบบ Smart farming

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

1. ศึกษาข้อมูลรายละเอียด ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและพัฒนาระบบให้น้ำและปุ๋ยแบบอัตโนมัติและตรวจสอบ สั่งการด้วยระบบ IoT ในแปลงปลูกมะระขี้นกอินทรีย์ที่มีการรับรองการผลิตและผ่านการขึ้นทะเบียนผลผลิตอินทรีย์แล้วตามข้อบังคับ IFOAM (National Organic Agriculture Development Committee, 2008; Rattanaweha, 2002)

2. ออกแบบระบบ/ทำการสร้างและประกอบชิ้นส่วนระบบ ได้แก่ ระบบหยดน้ำ ระบบควบคุมอุณหภูมิ ระบบไฟฟ้า ในการเพาะปลูกมะระขี้นกอินทรีย์ ดังนี้

2.1 เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น (Temperature & Humidity sensor) เป็นเซ็นเซอร์ที่ใช้วัดอุณหภูมิเป็น ℃ และ ℉ ยังสามารถวัดความชื้นได้ มีไลบารี่พร้อมใช้งานกับ Arduino ให้เอาต์พุตออกมาในรูปของดิจิตอล ใช้วัดอุณหภูมิอากาศโดยรอบ อุปกรณ์ DHT11 สำหรับการวัดอุณหภูมิและความชื้น สามารถวัดความชื้นสัมพัทธ์ในช่วงอยู่ระหว่าง 20–90% ± 5% และอุณหภูมิในช่วง 0–50 ℃ ± 2 ℃ โดยรับแหล่งจ่ายไฟขนาด 3.3–5 V กระแสไฟฟ้าสูงสุด 2.5 mA (Srbinovska, et al., 2015)

2.2 เซ็นเซอร์วัดความชื้นดิน (Moisture sensor) จะติดตั้งในดินที่ต้องการวัด จะสามารถอ่านค่าความชื้นของดินได้ โดยหลักการคือ จะวัดค่าความต้านทานระหว่างอิเล็กโทรด 2 ข้าง ในกรณีที่อ่านค่าความต้านทานได้น้อย หมายความว่ามีความชื้นในดินมาก หรือดินชุ่มชื้นไม่ต้องรดน้ำ ในกรณีที่อ่านค่าความต้านทานได้มาก ก็แปลว่ามีความชื้นในดินน้อย หรือดินแห้งอาจจะต้องรดน้ำ

2.3 เซ็นเซอร์วัดค่า pH เป็นเซ็นเซอร์ สำหรับวัดความเป็น กรด–เบส ของสารละลายโดยค่าที่วัดได้จะอยู่ในช่วง 0–14 pH output เป็นแบบ Analog (0–1023) ใช้ไฟเลี้ยง 5 V

2.4 เซ็นเซอร์ Soil และเซ็นเซอร์ NPK สามารถอ่านค่า NPK ต่อกับ Arduino ได้โดยตรง โดยใช้ขา Analog ของ Arduino ต่อเข้า ซึ่งจะสามารถวัดค่าแร่ธาตุ (NPK) ของดินช่วงระยะเวลาระหว่างการปลูกพืชเพื่อปรับค่าดินและแร่ธาตุปุ๋ยให้พอเหมาะกับพืชตลอดช่วงระยะการเจริญเติบโตจนถึงการเก็บเกี่ยว (Monatrakul, 2022)

3. ทดสอบและปรับปรุงประสิทธิภาพในการใช้งานระบบ เตรียมเมล็ดมะระขี้นก พันธุ์มดดำ ประมาณ 250 เมล็ด ต่อพื้นที่ 1 ไร่ เมล็ดได้จากการเก็บปีที่ผ่านมา โดยขลิบปลายหัวเมล็ดก่อน แล้วแช่น้ำสะอาดประมาณ 5 ชั่วโมง เพื่อให้เมล็ดงอกได้ดี แล้วเพาะเมล็ดลงดินในถาดเพาะ เมื่อต้นกล้าอายุครบ 20 วัน (Yoshime et al., 2016) ย้ายลงปลูกในแปลง อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ช่วงเดือนมกราคม 2564 ถึง เดือนมกราคม 2565 ระยะปลูกระหว่างต้นประมาณ 50–75 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างแถวประมาณ 1 เมตร คลุมโคนด้วยฟางหรือหญ้าแห้ง เพื่อรักษาความชื้นและจุลินทรีย์ในดิน (Earth Net Foundation/Green Net, 2008; Panyakul, 2008) การทำค้าง: เมื่อต้นกล้ามีอายุ 15–20 วันหลังย้ายปลูก โดยใช้แบบปักไม้ค้างผูกเป็นร้านสูงประมาณ 1.5–2 เมตร ขึงด้วยตาข่ายพลาสติก การให้ปุ๋ย: ต้นกล้าอายุประมาณ 15 วัน ให้ปุ๋ยคอกและมูลไส้เดือนอัตรา 2:1 จากนั้นให้ปุ๋ยดังกล่าวเดือนละ 1 กิโลกรัมต่อต้น พรวนรอบ ๆ โคนต้นแล้วรดน้ำ (National Organic Agriculture Development Committee, 2008) การห่อผล: จะห่อเมื่อผลมะระยังเล็กอยู่ มีขนาด 5–10 เซนติเมตร (หากผลเล็กกว่านี้จะทำให้ผลเหลืองและร่วง) เพื่อป้องกันแมลงวันทองและทำให้ผลมีสีนวลน่ารับประทาน โดยใช้ถุงขนาด 15–20 เซนติเมตร ห่อผลโดยที่ถุงที่มีปากเปิดทั้งด้านบนและด้านล่าง แล้วใช้ไม้กลัดเหน็บกับขั้วผลกับถุงด้านบน ประมาณ 3 สัปดาห์ จึงทำการเก็บเกี่ยว หากในพื้นที่เพาะปลูกไม่มีการระบาดของแมลงมากนัก ก็ไม่จำเป็นต้องห่อผล ระยะเวลาเก็บเกี่ยว: การปลูกมะระขี้นกฤดูหนึ่งจะใช้เวลาทั้งหมดประมาณ 4 เดือน และเริ่มเก็บผลผลิตหลังปลูก ประมาณ 45–50 วัน โดยสามารถเก็บผลผลิตได้ประมาณ 15–20 ครั้งต่อ 1 ฤดูการเพาะปลูก ซึ่งสามารถเก็บผลผลิตส่งขายได้ทุกวัน หรือจะเก็บ 2–4 วันต่อครั้ง (Janthasri, 2021) โรคและแมลง: โรคเหี่ยวที่เกิดจากเชื้อรา จะเริ่มแสดงอาการเหี่ยวที่ใบล่างก่อนจะเหลือง และเหี่ยวตายอย่างรวดเร็วทั้งเถา โดยมีวิธีการป้องกันกำจัดดังนี้ ใช้พันธุ์ต้านทาน เสริมความแข็งแรงให้พืช (Bulluck, et al.,

2002) ปรับดินด้วยปูนขาวและปุ๋ยอินทรีย์ หมั่นสำรวจตรวจแปลง พบต้นเป็นโรคขุดต้นและดินในหลุม รวบรวมออกเผาทำลาย โรยปูนขาว (Scialabba & Hattam, 2002)

การออกแบบระบบ Smart farming (IoT) แผนผังการเชื่อมต่ออุปกรณ์ IoT (Node MCU) กับ Arduino board และระบบเซนเซอร์ สามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้

1. Node MCU board เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่เป็น Input and Output board มาพร้อมกับโมดูล Wi-Fi (ESP8266) ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญในการใช้เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต (Pansri & Phromsakha Na Sakon Nakhon, 2019)

2. ระบบเซ็นเซอร์ อุปกรณ์เซ็นเซอร์ที่ใช้วัดค่าต่าง ๆ ในสภาพแวดล้อมของพื้นที่โดยในโครงการจะทำการวัดค่าที่เกี่ยวข้องกับการเกษตร ดังนี้

2.1) เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นบรรยากาศ

2.2) เซ็นเซอร์วัดความชื้นดิน

2.3) เซ็นเซอร์วัดค่า pH

2.4) เซ็นเซอร์ Soil และ NPK สามารถอ่านค่า NPK ต่อกับ Arduino ได้โดยตรง โดยใช้ขา Analog ของ Arduino จากนั้นทำการส่งค่าที่วัดได้ทั้งหมด ไปยังอุปกรณ์ Node MCU เพื่อส่งข้อมูลไปยัง Server ผ่านระบบอินเตอร์เน็ตที่เรียกว่า IoT ผ่านสัญญาณ Wi Fi จาก Internet router or Wi Fi, Hotspot ที่แชร์ผ่านทางมือถือในส่วน Node MCU นอกจากทำการเชื่อมรับส่งข้อมูลกับ Server แล้ว ยังทำหน้าที่ในการเชื่อมต่อและสั่งการให้กับ Relay Module ที่เป็นอุปกรณ์ในการเปิดและปิดน้ำได้ด้วย

3. ส่วน Server (Cloud) AA เป็น Platform การพัฒนา Application สำหรับเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ IoT ให้สามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์โมบายโฟน Application ต่าง ๆ โดยสามารถรองรับการใช้งานได้ทั้งระบบปฏิบัติการ IOS และ Android ซึ่งช่วยให้สามารถทำให้ผู้ใช้สร้างอุปกรณ์ขึ้นมาเชื่อมต่อกับ Application ที่พัฒนาขึ้นและสื่อสารรับส่งข้อมูล (Monatrakul, 2019; Rotchanatheeratham & Choosumrong, 2018) จากการออกแบบระบบดังกล่าวผู้ใช้สามารถติดตามผลจากสถานีตรวจวัดสภาพแวดล้อมตาม เวลาจริงและควบคุมอุปกรณ์ผ่านมือถือสมาร์ทโฟนโดยสถานีตรวจวัดจะรับข้อมูลจากเซ็นเซอร์แล้วส่งค่าเข้า Firebase ในส่วนของ Application จะเรียกข้อมูลที่เก็บไว้มาแสดงแบบ Real time (Pothong et al., 2019)

การเก็บข้อมูล

1. เก็บสถิติข้อมูลเซ็นเซอร์ ที่วัดได้ออกมาเพื่อแสดงผลในรูปแบบกราฟ โดยสัญญาณ เซ็นเซอร์ต่าง ๆ จะส่งผ่าน บอร์ด Arduino แล้วส่งสัญญาณผ่าน Arduino wireless shield ไปยัง Computer Server เพื่อการเก็บข้อมูลแบบ Real time เพื่อเตรียมพร้อมสำหรับผู้ใช้งานเรียกดูข้อมูลลักษณะสถิติ

2. ผลกระทบทางเศรษฐกิจที่จะเกิดขึ้นหลังจากการติดตั้งระบบ Smart farming ในแปลงมะระขี้นกอินทรีย์

ผลการวิจัย

เครือข่ายผู้ผลิตสมุนไพรอินทรีย์ ได้ทำการผลิตมะระขี้นกจำนวน 2 ไร่ ในระบบเกษตรอินทรีย์ โดยใช้ต้นทุนการผลิตต่อ 1 ไร่ ประกอบด้วย 1) ค่าเมล็ดพันธุ์ (มะระขี้นกพันธุ์มดดำ) จำนวน 1,600 บาท 2) ค่าไถเตรียมดิน จำนวน 1,200 บาท 3) ค่าแรงงานห่อผล หรือเก็บเกี่ยวผลผลิต จำนวน 3,000 บาท 4) ค่าสารชีวภาพ จำนวน 3,000 บาท และ 5) ค่าอุปกรณ์ จำนวน 3,000 บาท (อุปกรณ์ไฟฟ้า ปั๊มน้ำ (จำนวน 2–3 เครื่อง) ระบบท่อน้ำ (ท่อขนาด–จำนวน ข้อต่อ–ข้องอ–ข้อลด–จำนวน) 134 วาล์วน้ำ (จำนวน 15 หัว) หัวสปริงเกอร์ถังน้ำ ระบบควบคุมการให้น้ำและปุ๋ย ระบบ Wi-Fi และอื่น ๆ รวมต้นทุนการผลิตทั้งหมด จำนวน 26,400 บาท ได้ผลผลิตประมาณ 3,500 กิโลกรัม/ไร่/รอบการเพาะปลูก สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้หลังจากการปลูกเป็นเวลา 45 วัน และเก็บเกี่ยวได้ตลอดระยะเวลา 6 เดือนต่อรอบการเพาะปลูก มีรายได้จากการจำหน่ายผลสดในราคา 18 บาท/กิโลกรัม มะระขี้นกอินทรีย์สามารถผลิตได้ 2 รอบ/ปี แต่หลังติดตั้งระบบ Smart farming สามารถผลิตมะระขี้นกอินทรีย์ได้ 3 รอบ/ปี เพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต จำนวนผลผลิตในแต่ละรอบการเก็บเกี่ยวจะเพิ่มจาก 7,000 เป็น 10,452.66 กิโลกรัม สามารถสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรมากกว่า 3 เท่า (564,443.64 บาท/ปี)ถึงแม้จะมีข้อจำกัดในเรื่อง ต้นทุนการผลิต ค่าวัสดุในการติดตั้งระบบ Smart farming ค่อนข้างสูงในระยะเริ่มต้น (112,800 บาท/2 ไร่/ปี) แต่มีข้อดีในเรื่องการบริหารจัดการด้านแรงงานประหยัดเวลาและทรัพยากรการผลิตในระยะยาว ซึ่งจะส่งผลให้คืนทุนได้เร็วในระยะเวลาสั้น ผลผลิต (10,452.66 กิโลกรัม/รอบการผลิต) สามารถสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรได้อย่างยั่งยืน (จากกำไร 147,600 บาท/ปี เป็น 451,642.64 บาท/ปี) (Table 1 and Table 2)

Table 1 Sixty and 120-day productivity predict of organic bitter gourd in Maha Sarakham Province

Details	Harvest results after 60 days of installation	Estimated production after 120 days installation
Area size (rai)	2.00	2.00
Amount of yield/cycle (kg)	5,226.33	10.452.66
Selling price/kg (Baht)	18.00	18.00
Income (Baht)	94,073.94	188,147.88

Table 2 Economic impact projection after researches implementation of organic bitter gourd in Maha Sarakham Province

Details	Before the project	After the project
Area size (rai)	2	2
Number of harvesting cycles per year	2 cycle (180 days/cycle)	3 cycle (120 days/cycle)
Number of yields per cycle (kg)	7,000	10,452.66
Amount of yields per year	7,000 kg X 2 cycle = 14,000 kg	10,452.66 kg X 3 cycle = 31,357.98 kg
Selling price per (kg)	18 Baht	18 Baht
Annual income	252,000 Baht	564,443.64
Number of labor	1	1
Labor cost per year	86,400 Baht	86,400 Baht
Cost of various materials per year	17,600 Baht	26,400 Baht
Cost per year	104,000 Baht	112,800 Baht
Annual profit	**148,000 Baht**	**451,643.64 Baht**

การออกแบบระบบให้น้ำและปุ๋ยแบบอัตโนมัติ พร้อมระบบตรวจสอบและสั่งการด้วยระบบ IoT

จากการศึกษาข้อมูลข้างต้น ผู้เชี่ยวชาญจะทำการออกแบบระบบ พื้นที่ขนาดประมาณ 3,200 ตารางเมตร เพื่อใช้เป็นแปลงต้นแบบในโครงการจะใช้ระบบจ่ายน้ำและปุ๋ยเป็นแบบตั้งเวลาอัตโนมัติ โดยมีการใช้น้ำจากลำคลองมาพักและทำการจ่ายเข้าสู่พื้นที่แปลงปลูกร่วมกับการจ่ายปุ๋ย ซึ่งจะประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ (Figure 1 and Figure 2) ในส่วนของการออกแบบระบบ IoT ในโครงการ จะใช้แผนผังการเชื่อมต่ออุปกรณ์ IoT (Node MCU) กับ Arduino board และระบบเซนเซอร์ สามารถอธิบายได้ดังนี้ (Monatrakul, 2022) Node MCU board เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่เป็น Input and Output board มาพร้อมกับโมดูล Wi-Fi (ESP8266) ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญในการใช้เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต และที่ฝังอยู่ใน Node MCU version มาเสียบกับบอร์ดบนบอร์ด Arduino แล้วเขียนโปรแกรมฟังก์ชัน (Monatrakul, 2021; Pansri & Phromsakha Na Sakon Nakhon, 2019)

ระบบเซ็นเซอร์ อุปกรณ์เซ็นเซอร์ที่ใช้วัดค่าต่าง ๆ ในสภาพแวดล้อมของพื้นที่เป้าหมาย โดยในโครงการจะทำการวัดค่าที่เกี่ยวข้องกับการเกษตร

กำหนดค่าความชื้นที่จะให้ระบบสั่งเปิดหรือปิดน้ำอัตโนมัติ โดยสามารถกำหนดค่าผ่าน Computer server ค่าที่ทำการกำหนดจะเหมาะสมกับความต้องการในการพัฒนาการเจริญเติบโตของมะระขี้นกพันธุ์มดดำตั้งแต่ต้นกล้าจนถึงระยะการเก็บเกี่ยว อาทิ ความชื้นในแปลง (80%) อุณหภูมิในดิน 35–35 °C อุณหภูมิในอากาศ 22–25 °C จะส่งค่าไปยัง Arduino board เพื่อให้ Arduino board ทำการประมวลผลและส่งสัญญาณไปยัง Solenoid Valve เพื่อสั่งเปิด/ปิด ระบบน้ำโดยอัตโนมัติรองรับการปิด–เปิดน้ำเอง (อัตโนมัติ) จากภายใน Application ได้ โดยในส่วนอุปกรณ์ IoT จากสวนสมุนไพร จะทำการรับส่งข้อมูลหา AA Server ผ่านทาง Protocol HTTP และส่งข้อความเตือนทางไลน์ผ่านทาง Protocol HTTPS ในระบบ Real time เพื่อให้ข้อมูลมีการอัพเดทต่อเนื่องตลอดเวลา ซึ่งหากมีเหตุการณ์สำคัญ ระบบจะแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้งานให้ทราบโดยอาจจะส่งในรูปแบบ E–mail หรือ ผ่าน Application (Monatrakul, 2020; Srbinovska, et al., 2015)

การพัฒนาระบบให้น้ำและปุ๋ยแบบอัตโนมัติ พร้อมระบบตรวจสอบและสั่งการด้วยระบบ IoT

การพัฒนาระบบควบคุมและระบบการให้น้ำและปุ๋ย เพื่อทำการติดตั้งวงจรไฟฟ้ากำลัง เป็นวงจรส่งกำลังไฟฟ้าไปยังมอเตอร์ปั๊มและแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าไปยัง Solenoid Valve โดยจะถูกควบคุมโดยวงจรควบคุมในการส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า ระบบควบคุมการจ่ายน้ำและปุ๋ยอัตโนมัติจะสั่งการด้วย PLC ซึ่ง PLC จะทำหน้าที่สั่งการทำงานของปั๊มน้ำทั้งสอง และ Solenoid Valve ตามโปรแกรมที่ตั้งค่าไว้ การตั้งค่าเวลาการรดน้ำและให้ปุ๋ยสามารถตั้งค่าที่หน้าจอ HMI ที่ติดตั้งที่หน้าตู้ Control (Monatrakul, 2020) (Figure 2)

Figure 1 Characteristics of irrigation and fertilizer systems in the project.

Figure 2 Characteristics of irrigation and fertilizer systems in organic bitter gourd production plots.

การทดสอบประสิทธิภาพการทำงาน

หลังจากทำการติดตั้งระบบระบบให้น้ำและปุ๋ยแบบอัตโนมัติแล้วทำการทดสอบประสิทธิภาพการทำงาน โดยการตรวจสอบค่าความชื้นในดินพบว่า ระบบสามารถควบคุมปริมาณความชื้นเฉลี่ยให้มีค่าตามที่เกษตรกรต้องการได้ โดยในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 00.00–23.59 น. ค่าความชื้นเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 25–26% พร้อมทั้งทำการวัดค่าเปรียบเทียบกับค่าความชื้นในพื้นที่นอกแปลงทดสอบอยู่ระหว่าง 9–10% และในส่วนของอุณหภูมิในดินของแปลงทดสอบได้ทำการเก็บข้อมูลเปรียบเทียบอุณภูมิในอากาศ อุณหภูมิในดินนอกแปลงทดสอบ และอุณหภูมิในดินของแปลงทดสอบ พบว่า อุณหภูมิในดินของแปลงทดสอบมีค่าค่อนข้างคงที่ มีอุณหภูมิต่ำ 25–30 °C อุณหภูมิในดินนอกแปลงทดสอบและอุณภูมิในอากาศมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิในดินภายในแปลงทดสอบ (30–42 °C) (Janthasri & Monatrakul, 2021; Monatrakul, 2019; Rotchanatheeratham & Choosumrong, 2018) การคาดการณ์ผลผลิตในช่วง 120 วัน ขนาดพื้นที่ 2 ไร่ มีจำนวนผลผลิต/รอบ จำนวน 10,452.66 กิโลกรัม มีรายได้ 188,147.88 บาทต่อรอบการผลิต (Table 1)

การคาดการณ์ผลกระทบทางเศรษฐกิจที่จะเกิดขึ้นหลังจากการดำเนินโครงการการทดสอบประสิทธิภาพในส่วนของปริมาณผลผลิตที่เกิดขึ้นหลังจากทำการพัฒนาระบบพบว่า ก่อนดำเนินโครงการและหลังดำเนินการติดตั้งระบบ Smart farming สามารถเพิ่มจำนวนรอบเก็บเกี่ยวต่อปีจาก 2 รอบเป็น 3 รอบต่อปี จำนวนผลผลิตต่อปีใน 2 รอบได้จำนวน 7,000 กิโลกรัม X 2 รอบ = 14,000 กิโลกรัม ในขณะที่ระบบ Smart farming ผลผลิตต่อปีใน 3 รอบ ได้จำนวน 10,452.66 กิโลกรัม X 3 รอบ = 31,357.98 กิโลกรัม ปกติการปลูกมะระขี้นกอินทรีย์ ฤดูหนึ่งจะใช้เวลาทั้งหมดประมาณ 4 เดือน และเริ่มเก็บผลผลิตหลังปลูกประมาณ 45–50 วัน โดยสามารถได้ประมาณ 15–20 ครั้งต่อ 1 ฤดูการเพาะปลูก ซึ่งสามารถเก็บผลผลิตส่งขายได้ทุกวัน หรือจะเก็บ 2–4 วันต่อครั้ง โดยรอบที่ 1 เริ่มเดือน กรกฎาคม จนถึงเก็บเกี่ยวผลเดือน ตุลาคม รอบที่ 2 เริ่มเดือน พฤศจิกายนจนถึงเดือนกุมภาพันธ์ เมื่อเข้าฤดูร้อน เดือนมีนาคมถึงเดือนมิถุนายน จะหยุดการผลิตเนื่องจากขาดน้ำและมีสภาพอากาศร้อน อุณหภูมิสูงเหมาะแก่การระบาดของโรคแมลง แต่การนำระบบ Smart farming มาติดตั้ง ทำให้สามารถผลิตในฤดูร้อนได้เป็นรอบที่ 3 เนื่องจากระบบ Smart farming ควบคุมการใช้น้ำให้ประหยัด ทำให้มีปริมาณน้ำพอเพียงต่อการผลิตตลอดจนอุณหภูมิในดินของ แปลงทดสอบมีค่าค่อนข้างคงที่ มีอุณหภูมิต่ำ 25–30 °C อุณหภูมิในดินนอกแปลงทดสอบและอุณภูมิในอากาศมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิในดินภายในแปลงทดสอบ (30–42 °C) การที่อุณหภูมิในแปลงลดลงทำให้การแพร่ระบาดของโรคแมลงลดลง จึงสามารถผลิตมะระขี้นกได้ถึง 3 รอบ (การผลิตนอกฤดู) ก่อนติดตั้ง

ระบบ ใช้ต้นทุนต่อปีจำนวน 104,400 บาท หลังติดตั้งระบบใช้ต้นทุนจำนวน 112,800 บาท ผลกำไรก่อนติดตั้งระบบ 148,000 บาทต่อปี หลังติดตั้งระบบได้กำไร 451,643.64 บาทต่อปี ซึ่งสามารถประเมินผลกระทบทางเศรษฐกิจได้อยู่ที่ 303,643.64 บาทต่อปี (451,643.64 – 148,000) (Table 2)

วิจารณ์ผลการวิจัย

การผลิตมะระขึ้นกอินทรีย์ 2 ไร่ ใช้ต้นทุนรวมทั้งหมด จำนวน 112,800 บาท ได้ผลผลิตประมาณ 3,500 กิโลกรัม/2 ไร่/รอบการเพาะปลูก สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้หลังจากการปลูกเป็นเวลา 45 วัน และเก็บเกี่ยวได้ตลอดระยะเวลา 6 เดือนต่อรอบการเพาะปลูก มีรายได้จากการจำหน่ายผลสดในราคา 18 บาท/กิโลกรัม สอดคล้องกับงานวิจัยการผลิตมะระขึ้นกอินทรีย์ของ Janthasri (2021) ที่มีต้นทุนการผลิตมะระขึ้นกอินทรีย์ในช่วง 10,000– 15,000 บาทต่อไร่ ทั้งนี้ขึ้นกับสภาพแวดล้อมของการผลิตและระบบการผลิตมีทั้งระบบสารเคมีและระบบอินทรีย์ การปลูกมะระขึ้นกอินทรีย์ โดยใช้ระบบ Smart farming จะเพิ่มค่าวัสดุในการติดตั้งระบบ Smart farming แต่ทั้งนี้จะประหยัดทรัพยากรในการผลิตรวมถึงแรงงานในฟาร์มซึ่งจะทำให้เกิดความยั่งยืนในระบบรวมถึงการสร้างเครือข่ายผู้ผลิต (Panyakul, 2008)

การออกแบบระบบให้น้ำและปุ๋ยแบบอัตโนมัติ พร้อมระบบตรวจสอบและสั่งการด้วยระบบ IoT

การออกแบบระบบ IoT ในโครงการ จะใช้แผนผังการเชื่อมต่ออุปกรณ์ IoT (Node MCU) กับ Arduino board และระบบเซนเซอร์สามารถเขียนโปรแกรมคอนโทรลอุปกรณ์ I/O ได้ โดยไม่ต้องผ่านอุปกรณ์อื่น ๆ และสามารถเขียน Arduino IDE ใช้งานร่วมกับ Node MCU มีข้อมูลทั้งด้าน Hardware และ Software แล้วเขียน โปรแกรมฟังก์ชัน (Monatrakul, 2021; Pansri & Phromsakha Na Sakon Nakhon, 2019) มีการติดตั้งระบบเซ็นเซอร์ อุปกรณ์เซ็นเซอร์ที่ใช้วัดค่าต่าง ๆ ในสภาพแวดล้อมของพื้นที่เป้าหมาย อาทิ เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น เซ็นเซอร์วัดความชื้นดิน จะติดตั้งในดินที่ต้องการวัด เซ็นเซอร์วัดค่า pH สำหรับวัดความเป็นกรด–เบสของสารละลาย เซ็นเซอร์ Soil และ NPK สามารถอ่านค่า NPK ต่อกับ Arduino ได้โดยตรง กำหนดค่าความชื้นที่จะให้ระบบสั่งเปิดหรือปิดน้ำอัตโนมัติ มีระบบแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้งานให้ทราบโดยอาจจะส่งในรูปแบบ E–mail หรือ ผ่าน Application สอดคล้องกับงานของ Monatrakul (2020) และ Srbinovska, et al., (2015)

การทดสอบประสิทธิภาพการทำงาน

หลังจากทำการติดตั้งระบบให้น้ำและปุ๋ยแบบอัตโนมัติ แล้วทำการทดสอบประสิทธิภาพการทำงาน โดยการตรวจสอบค่าความชื้นในดินพบว่า ระบบสามารถควบคุมปริมาณความชื้นเฉลี่ยให้มีค่าตามที่เกษตรกรต้องการ สอดคล้องกับการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของค่าความชื้นในดินหลังติดตั้งระบบ Smart farming ของแปลงสมุนไพรมะกรูด อัญชัน พบว่า ค่าความชื้นในดินค่อนข้างสูงเฉลี่ยประมาณ 80–90% เนื่องจาก มีการตั้งระบบการให้น้ำทุก ๆ 1 นาที เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ทำให้มีอุณหภูมิดินภายในแปลงปลูกค่อนข้างต่ำเฉลี่ย 22–25 °C (Janthasri & Monatrakul, 2021; Monatrakul, 2019; Rotchanatheeratham & Choosumrong, 2018) สอดคล้องกับงานของ Janthasri & Monatrakul, (2021) ได้ศึกษาต้นแบบสมาร์ทฟาร์ม สมุนไพร สู่การขับเคลื่อนเมืองสมุนไพรอย่างยั่งยืนของจังหวัดมหาสารคาม โดยการติดตั้งระบบ Smart farming ในแปลงสมุนไพรนำร่อง 4 ชนิด ใช้ IoT ในการควบคุมน้ำ และปุ๋ย พบว่า สมุนไพรขมิ้นชัน บัวบก ไพล ว่านชักมดลูก มีปริมาณผลผลิตต่อรอบเพิ่มอย่างต่อเนื่องที่ ระยะเวลาเก็บเกี่ยวที่ 3 6 และ 12 เดือน และมีปริมาณผลผลิตต่อไร่เพิ่มขึ้นกว่าระบบปลอดสาร 2 เท่า

การคาดการณ์ผลกระทบทางเศรษฐกิจที่จะเกิดขึ้นหลังจากการดำเนินโครงการการทดสอบประสิทธิภาพในส่วนของปริมาณผลผลิตที่เกิดขึ้นหลังจากทำการพัฒนาระบบ สอดคล้องกับงานของ Janthasri & Monatrakul (2021) ได้ศึกษาต้นแบบสมาร์ทฟาร์ม สมุนไพร สู่การขับเคลื่อนเมืองสมุนไพรอย่างยั่งยืนของจังหวัดมหาสารคาม พบว่า คาดการณ์ผลผลิตสมุนไพรที่มีอายุเก็บเกี่ยว 6–12 เดือน ทุกชนิดก่อนการใช้ระบบสมาร์ทฟาร์ม มีปริมาณผลผลิตต่อไร่เพิ่มขึ้นมากกว่าการผลิตในระบบสารเคมี 2–3 เท่า สามารถสร้างรายได้ให้กับเกษตรผู้ปลูกอย่างต่อเนื่อง และสอดคล้องกับ Pothong et al. (2019) ได้พัฒนาระบบฟาร์มอัจฉริยะสำหรับเกษตรกรยุคใหม่ด้วยซอร์ฟแวร์ รหัสเปิดและอินเทอร์เน็ต ได้นำความรู้ทางด้านเทคโนโลยี IoT มาใช้งานเพื่อส่งข้อมูล ระหว่างอุปกรณ์สามารถทำการวิเคราะห์ข้อมูลได้โดยอัตโนมัติ พร้อมทั้งแสดงข้อมูลจากเซนเซอร์ที่วัดได้แบบเรียลไทม์และควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อควบคุมปัจจัยสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืช ผ่านมือถือ Smartphone สามารถลดต้นทุนทางด้านบุคลากร และเวลา อีกทั้งระบบนี้มีการพัฒนาขึ้นจาก Open Hardware ซึ่งเป็นฮาร์ดแวร์ที่สามารถพัฒนาโค้ดได้เองรวมถึงต้นทุนราคาไม่สูงมากหากเทียบกับระบบเซนเซอร์ที่มีขายตามท้องตลาด ซึ่งระบบที่วางขายตามท้องตลาดส่วนใหญ่จะมีราคาแพงและผู้ใช้ไม่สามารถกำหนดปัจจัยการควบคุมการทำงานได้ด้วยตนเอง ระบบนี้สามารถทำงานและพัฒนาร่วมกับระบบ Web Map Application, Mobile GIS ได้เป็นอย่างดี โดยข้อมูลที่ได้จากสถานีตรวจวัดจะถูกจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูลของผู้ใช้ ทำให้ผู้ใช้สามารถพัฒนาไปเป็น Big Data ได้ในอนาคตข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไปควรเพิ่มเซ็นเซอร์ในการตรวจจับแมลงเพื่อลดการระบาดของโรค

สรุปผลการวิจัย

การผลิตมะระขึ้นกอินทรีย์ในระบบสมาร์ทฟาร์มพื้นที่จังหวัดมหาสารคาม ซึ่งได้ทำการออกแบบและพัฒนาระบบให้น้ำและปุ๋ยแบบอัตโนมัติ พร้อมระบบตรวจสอบ และสั่งการด้วยระบบ IoT ทำการออกแบบระบบและทำการติดตั้งอุปกรณ์ในส่วนของระบบควบคุมระบบท่อส่งน้ำ ระบบให้ปุ๋ย ระบบปั๊ม ระบบไฟฟ้า อุปกรณ์บำบัดกรองน้ำ ผังการวางอุปกรณ์ และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เพื่อใช้จับสัญญาณอุณหภูมิ ความชื้น โดยมีเอกสารรองรับในรูปของแบบสั่งผลิต ทำการพัฒนาระบบตรวจสอบ สั่งการ การให้น้ำและปุ๋ยแบบอัตโนมัติ พร้อมทั้งผังวงจรและวิธีการใช้งาน ทำการทดสอบและเก็บข้อมูลเพื่อประเมินประสิทธิภาพของการผลิตมะระขึ้นกอินทรีย์ สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต จำนวนผลผลิตในแต่ละรอบการเก็บเกี่ยวจะเพิ่มจาก 7,000 เป็น 10,452.66 กิโลกรัม ซึ่งสามารถประเมินผลกระทบทางเศรษฐกิจได้อยู่ที่ 303,643.64 บาทต่อปี สามารถสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรมากกว่า 3 เท่า (สำหรับใช้ในการคำนวณต้นทุน) เปรียบเทียบกับการผลิตระบบธรรมดา ถึงแม้จะมีข้อจำกัดในเรื่องต้นทุนการผลิตค่าวัสดุ

ในการติดตั้งระบบ Smart farming ค่อนข้างสูงในระยะเริ่มต้น แต่มีข้อดีในเรื่องการบริหารจัดการด้านแรงงานประหยัดเวลาและทรัพยากรการผลิตในระยะยาว ซึ่งจะส่งผลให้คืนทุนได้เร็วในระยะเวลาสั้น สร้างรายได้ให้กับเกษตรกรได้อย่างยั่งยืน

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนสถานที่วิจัยจากไร่ตาโอ อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม เจ้าหน้าที่และเกษตรกรจากสำนักงานเกษตรอำเภอบรบือ และขอขอบคุณเป็นอย่างสูงกองนโยบายและแผนมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามที่สนับสนุนงบประมาณในการวิจัยครั้งนี้

References

Bulluck, L. R., Brosius, M., & Evanylo, G. K. (2002). Organic and synthetic fertility amendments influence soil microbial, physical and chemical properties on organic and conventional farms. *Applied Soil Ecology*, *19*(2), 147–160. doi: 10.1016/S0929–1393(01)00187–1

Earth Net Foundation/Green Net. (2008). *Basic knowledge of organic agriculture*. Bangkok: Earth Net Foundation. (in Thai)

Janthasri, R. (2021). *Bitter gourd course materials for a course on tropical fruit production of the agriculture*. Faculty of Agriculture Technology, Rajabhat Maha Sarakham University: Maha Sarakham University printing press. (in Thai)

Janthasri, R., & Monatrakul, V. (2021). *Model of smart farming herbs towards drive sustainable herbal city of Maha Sarakham Province*. Maha Sarakham: Project to support technology development of Thai industries (ITAP) Mahasarakham University Network.

Land Development Department, Ministry of Agriculture and Cooperatives. (2010). *Soil nutrient content on organic farms in Chantaburi, Cholburi, Rayong, Prajinburi and Sa Kaeo Provinces*. (Annual Report 2010). Bangkok: Veteran's Printing House. (in Thai)

Monatrakul, V. (2019). *Design and development of prototypes for shampoo production hair conditioner and herbal shower cream Punboon Community Enterprise*. Maha Sarakham: Project to support technology development of Thai industries (ITAP) Mahasarakham University Network.

Monatrakul, V. (2020). *Development of herbal tea products with traditional Sumedh herbal incubator"of Traditional Sumedh Enterprises*. Maha Sarakham: Project to support technology development of Thai industries (ITAP) Mahasarakham University Network.

Monatrakul, V. (2021). *Development of automatic fertilizer irrigation system, smart farming system for commercial herb production*. Maha Sarakham: Project to support technology development of Thai industries (ITAP) Mahasarakham University Network.

Monatrakul, V. (2022). *Development of automatic fertilizer irrigation system, smart farming system in the production of hemp for trade*. Maha Sarakham: Project to support the development of technology of Thai industry (ITAP) Mahasarakham University Network.

National Organic Agriculture Development Committee. (2008). *First national strategic plan on the development of organic agriculture, 2008–2011*. Bangkok: Ministry of Agriculture and Cooperatives, Bangkok. (in Thai)

Pansri, C., & Phromsakha Na Sakon Nakhon,T. (2019). *Model house (Smart Farm) for community enterprise management*. Chiang Mai: Chiang Mai university press. (in Thai)

Panyakul, W. (2008). *Sustainable agriculture***.** Bangkok: Earth Net Foundation. (in Thai)

Pothong, T., Mekarun, P., & Choosumrong, S. (2019). Development of smart farming service system for smart farmer using FOSS4G and IoT. *Naresuan Agriculture Journal, 16* (2), 10–17. (in Thai)

Rattanaweha, C. (2002). *Organic farming. Report of the organic agriculture conference*. Bangkok: Agriculture Department. (in Thai)

Rotchanatheeratham, W., & Choosumrong, S. (2018). Development of real–time smart weather station and web processing service for monitoring and evaluation of field environmental data based on IoT and FOSS4G. In *Proceedings of International Conference on GIS–IDEAS 2018 pp.64-70.*

Scialabba, N., & Hattam, C. (2002). *Organic agriculture, environment and food Security*. Rome: FAO.

Srbinovska, M., Gavrovski, C., Dimcev, V., Krkoleva, A., & Borozan, V. (2015). Environmental parameters monitoring in precision agriculture using wireless sensor networks. *Journal of Cleaner Production*, *88*(2), 297–307. doi: 10.1016/j.jclepro.2014.04.036

Yoshime, L. T., de Melo, I. L. P., Sattler, J. A. G., de Carvalho, E. B. T., & Mancini-Filho, J. (2016). Bitter gourd (*Momordica charantia* L.) seed oil as a naturally rich source of bioactive compounds for nutraceutical purposes. *Nutrire*, *41*(1), 1–7. doi: 10.1186/s41110–016–0013–y

Research article

Efficiency of organic bitter gourd production utilizing the smart farming systems in Maha Sarakham province, Thailand

Rapatsa Janthasri[1*] Wiroon Monatrakul[2] Sujitra Pharanat[3]and Chamamas Juntasri[4]

[1]*Program in Agriculture, Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University, Mueang District, Maha Sarakham, 44000*
[2]*Program in Innovative Technology Machinery, Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University, Mueang District, Maha Sarakham, 44000*
[3]*Program in Electric Technology, Faculty of Engineering, Rajabhat Maha Sarakham University, Mueang District, Maha Sarakham, 44000*
[4]*Roi Et Hospital , Mueang District, Roi Et, 44000*

ARTICLE INFO

Article history
Received: 31 March 2022
Revised: 11 August 2022
Accepted: 20 September 2022
Online published: 2 November 2022

Keyword
Agricultural innovation
Bitter gourd
Economic impact
IoT system
Organic farming system

ABSTRACT

The objective of this study is to increase the efficiency of organic bitter gourd production by using smart farming system. The research was conducted in the Muang district of Maha Sarakham Province between January 2021 through January 2022 with the area of 2 rai. Data is collected to design and develop an automatic irrigation and fertilizer system, along with inspection system, and to command via the IoT system. This also includes the installation of the control system equipment, water pipeline system, fertilizer system, pump system, electrical system, water treatment equipment, and equipment layout and electronic equipment to detect temperature, humidity via monitoring and controlling the automatic irrigation and fertilization system, after which is succeeded by conducting tests and collecting data to assess the efficiency of organic bitter gourd production. The outcome shows that the smart farming systems can increase production efficiency. The number of yields in each harvesting cycle are increased from 7,000 kg. to 10,452.66 kg. This results in the economic impact of 303,643.64 Baht per year to generate income for farmers more than three folds (564,443.64 Baht/year). Although there are limitations in terms of production cost and material cost of installing the smart farm system, as of now they are quite high in the early stages (112,800 Baht/2 rai/year). However, clear advantages can be noted in labor management, saving time, and production resources in the long term (area of 2 rai or, more than 10 rai, requires 1 labor). This results in a shot payback period (10,452.66 kg/production cycle), which is able to generate income for farmers sustainably (profit from 147,600 baht/year to 451,642.64 baht/year).

[*]Corresponding author
E–mail address: juntasri@hotmail.com (R. Janthasri)
Online print: 2 November 2022 Copyright © 2022. This is an open access article, production, and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. https://doi.org/10.14456/paj.2022.18