

การศึกษาศักยภาพโรงงานผลิตพืชขนาดเล็กสำหรับเพาะเลี้ยงกล้วยไม้  
 ในขวดแก้ว ของหมู่บ้านปงไคร้ อำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่  
 POTENTIAL STUDY OF SMALL PLANT FACTORY FOR IN-FLASK  
 ORCHIDS CULTIVATION OF PONG KRAI VILLAGE,  
 MAE RIM DISTRICT, CHANG MAI PROVINCE

วันที่รับ: 26 เมษายน 2565  
 วันที่แก้ไข: 18 มิถุนายน 2565  
 วันที่ตอบรับ: 28 มิถุนายน 2565

สรารวุธ พลวงษ์ศรี<sup>1</sup> และ สุลักษณ์ มงคล<sup>1\*</sup>  
 Sarawut Polvongsri<sup>1</sup> and Sulaksana Mongkon<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยแม่โจ้  
 จังหวัดเชียงใหม่ 50290

<sup>1</sup>School of Renewable Energy, Maejo University, Chiang Mai 50290

\*Corresponding author e-mail: s\_mongkon@hotmail.com



### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาศักยภาพการใช้งาน และวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของโรงงานผลิตพืชขนาดเล็กสำหรับเพาะเลี้ยงกล้วยไม้ในขวดแก้วในขวดแก้วของหมู่บ้านปงไคร้ ตำบลโป่งแยง อำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่ วิธีการดำเนินการวิจัยประกอบด้วย การปรับปรุงอาคารเพาะเลี้ยงหลังเดิมที่เป็นอาคารแบบปิด กว้าง 6 เมตร ยาว 6 เมตร สูง 3.5 เมตร ภายในติดตั้งระบบปรับอากาศขนาด 18,000 บีทียูต่อชั่วโมง ติดหลอดแอลอีดีปลูกพืชสีขาวขนาด 18 วัตต์ จำนวน 12 หลอด กับชั้นวางขวดเพื่อให้แสงแก่พืช และติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์กำลังไฟฟ้า 3.15 กิโลวัตต์สูงสุด บนหลังคา และการดำเนินการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ จากการทดสอบพบว่าโรงงานผลิตพืชสามารถรักษาระดับอุณหภูมิอากาศในห้องได้ตามต้องการในช่วง 25–27 องศาเซลเซียส และมีคุณภาพของแสงค่า Photosynthetic Photon Flux Density (PPFD) ตั้งแต่ 10–49 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที ซึ่งเพียงพอกับการเจริญเติบโตของกล้วยไม้ในขวดแก้วที่เพาะเลี้ยงในขวดแก้ว เมื่อศึกษาใช้งานเพื่อเพาะเลี้ยงกล้วยไม้เป็นระยะเวลา 4 เดือน ตั้งแต่วันที่ 25 กุมภาพันธ์ 2564 ถึงวันที่ 25 มิถุนายน 2564 พบว่า โรงงานผลิตพืชมีการใช้พลังงานไฟฟ้า 3–12 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน คิดเป็นสัดส่วนจากพลังงานไฟฟ้าแสงอาทิตย์ 6–7 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน หรือคิดเป็น 65–70 เปอร์เซ็นต์ กล้วยไม้ในขวดแก้วมีอัตราการรอดเฉลี่ย 71.32 เปอร์เซ็นต์ ดีกว่าเพาะเลี้ยงแบบเดิมที่มีอัตราการรอดประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ จากข้อมูลของชุมชน และอัตราความสูงที่เพิ่มขึ้นต่อเดือน

ตั้งแต่ 1.56–72.77 เปอร์เซ็นต์ ผลการประเมินความทางเศรษฐศาสตร์ พบว่าหากมีการใช้โรงงานผลิตพืชเพาะเลี้ยงกล้วยไม้ตลอดทั้งปีจะมีกำไรสุทธิเพิ่มขึ้น 47,550 บาทต่อปี มีระยะเวลาคืนทุน 3.15 ปี มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ 369,848.49 บาท มีค่าอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) เท่ากับ 30.56 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมากกว่าค่า MRR 5.995 เปอร์เซ็นต์ หรืออัตราดอกเบี้ยเงินกู้ ซึ่งถือว่าเป็นโครงการที่ให้ผลตอบแทนได้ดี ผลที่เกิดขึ้นสามารถช่วยสร้างรายได้จากกิจกรรมท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ของชุมชนมากกว่า 40,000 บาทต่อปี นอกจากนี้หากมีการเพิ่มจำนวนการเพาะเลี้ยงกล้วยไม้ขวดจะส่งผลให้ได้ผลตอบแทนที่เร็วขึ้น

**คำสำคัญ:** โรงงานผลิตพืช, กล้วยไม้ในขวดแก้ว, ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์, กล้วยไม้ในขวดแก้ว



## Abstract

This research aimed to examine the potential of usage, and to perform an economic analysis of a small plant factory for in-flask orchid cultivation of Pong Krai Village, Mae Rim District, Chiang Mai Province. The research methods included improvement of an old cultivation building of 6-meter width, 6-meter length, and 3-meter height. Inside of the building was equipped with 18,000 BTU/hr of air conditioning system, 12 bulbs of 18 W white LED light installed to the bottle rack for plant photosynthesis, together with a 3.15 kW<sub>p</sub> of solar power generation system on the rooftop. The test results revealed that the plant factory could maintain air conditioning system at the desired level of air temperature for in-flask orchids at 25–27°C and had the quality of light, Photosynthetic Photon Flux Density (PPFD), in the range of 10–49 μmol/m<sup>2</sup>•s, which was enough for growing *Anoectochilus burmannicus* orchid in flask. The results of a four-month study of culturing in-flask orchids since February 25, 2021 to June 25, 2021 showed that an average electricity was consumed 3–12 kWh/day which was accounted for from solar energy of 6–7 kWh/day or equivalent of 65–70%. The in-flask orchids had an average survival rate of 71.32%, which was better than the conventional culture for 50%, according to community data, and a monthly rate of height increase was in the range of 1.56–72.77%. As for economic assessment, it was found that if the plant factory was used

throughout the year, the net profit should increase by 47,550 baht with the simple payback period of 3.15 years. The present net value was 369,848.49 baht. The internal rate of return (IRR) was 30.56%, higher than the MRR 5.995% or loan interest rate, meaning it should be a project giving a good return. The outcome should profit a community with more than 40,000 baht per year from ecotourism activities. In addition, if there should be increasing number of in-flask orchid growing, it will result in faster return.

**Keywords:** Plant Factory, In-flask Orchid, Solar Power Generation System, *Anoectochilus burmannicus*



## บทนำ

หมู่บ้านปงไคร้ ตั้งอยู่ในตำบลโป่งแยง อำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่ ตั้งอยู่บนเทือกเขาที่มีความสูงมากกว่า 1,000 เมตรจากระดับน้ำทะเล พื้นที่โดยรวมเป็นป่าไม้มากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ สภาพแวดล้อมของหมู่บ้านปงไคร้จะค่อนข้างเย็นกว่าพื้นที่ราบตลอดทั้งปี หมู่บ้านปงไคร้ได้ชื่อว่าเป็นหมู่บ้านกล้วยไม้ของอำเภอแมริมและในชุมชน มีการจัดตั้งกลุ่มอนุรักษ์กล้วยไม้ป่ามูยขึ้นเพื่อดำเนินกิจกรรมท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์กล้วยไม้ท้องถิ่น โดยทำการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกล้วยไม้เอง เกิดการกระจายรายได้ให้กับชุมชน ซึ่งปัจจุบันมีการเพาะเลี้ยงกล้วยไม้หนักคุ่มไฟ (*Anoectochilus burmannicus*) เป็นกล้วยไม้หลัก กล้วยไม้หนักคุ่มไฟเป็นกล้วยไม้ดินเฉพาะถิ่นที่พบได้ในต้นน้ำปงไคร้ พื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย พบได้ในช่วงฤดูฝนและฤดูหนาว ในฤดูร้อนสภาพอากาศแห้งแล้งจึงสูญพันธุ์ได้ง่าย มีสรรพคุณเป็นยาแผนโบราณของจีนและมีสารสกัด Flavonol Triglycoside และสารชีวภาพอื่น ๆ ที่นำไปพัฒนาไปเป็นพืชสมุนไพรได้ (Cai et al., 2015) จากการให้ข้อมูลของวันชัย อินสม (สัมภาษณ์, 11 เมษายน 2563) กล่าวว่า ปัจจุบันหมู่บ้านปงไคร้ได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานท้องถิ่นให้มีสถานที่เตรียมผลิตกล้วยไม้ซึ่งเป็นพื้นที่ส่วนกลาง ในแต่ละปีชุมชนจะมีการเพาะเนื้อเยื่อกล้วยไม้ในขวดแก้วในช่วงปลายเดือนตุลาคมถึงมกราคม ประมาณ 1,000 ขวดต่อปี และใช้กล้วยไม้ที่เพาะเลี้ยงสำหรับทำกิจกรรมท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ของชุมชน แต่ปัจจุบันอัตราการรอดของกล้วยไม้ที่เพาะเลี้ยงในขวดแก้วลดลงเหลือประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ และเติบโตช้ากว่าปกติเนื่องจากเพาะเลี้ยงในห้องที่มีสภาพอากาศปกติและปัจจุบันอากาศมีแนวโน้มร้อนขึ้น จึงทำให้ปริมาณกล้วยไม้ที่เพาะเลี้ยงได้ไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้งาน ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะช่วยแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยประเมินจากพื้นฐานองค์ความรู้และการเรียนรู้การใช้เทคโนโลยีเกษตร

สมัยใหม่ของชุมชน และได้เลือกใช้โรงงานผลิตพืช (Plant Factory) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีการผลิตพืชในระบบปิดที่สามารถควบคุมสภาพอากาศต่าง ๆ ให้เหมาะสมต่อการผลิตพืชจากการใช้ระบบปรับอากาศและให้แสงเทียมกับพืชโดยใช้หลอดแอลอีดี (ธนากร น้ำหอมจันทร์, 2562) การใช้โรงงานผลิตพืชให้ผลสำเร็จที่ดี เช่น ในการประยุกต์ใช้การปลูกผักกาดหอมในโรงงานผลิตพืชขนาด 40 ตารางเมตร โดยมีการควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น และแสงให้แสงเทียมจากหลอดฟลูออเรสเซนต์และหลอดแอลอีดีสีฟ้าและสีแดง พบว่าสามารถเร่งการเจริญเติบโตของพืชได้เนื่องจากพืชอยู่ในสภาพอากาศที่เหมาะสมและได้ช่วงแสงนานกว่าการเพาะปลูกตามธรรมชาติ ทำให้สามารถผลิตพืชได้ถึง 3 รอบต่อปี (Quan et al., 2018) นอกจากนี้ในการปลูกพืชในโรงงานผลิตพืชภายใต้แสงเทียมสีต่าง ๆ ทำให้ผลผลิตที่แตกต่างกัน เช่น การใช้แสงสีขาวจากหลอดฟลูออเรสเซนต์เปรียบเทียบกับหลอดแอลอีดีสีแดงและน้ำเงิน พบว่าสเปกตรัมของแสงหลอดแอลอีดีมีความใกล้เคียงแสงธรรมชาติมากกว่าจึงทำให้พืชเจริญเติบโตได้ดีและการใช้พลังงานต่อน้ำหนักผลผลิตต่ำกว่าทำให้ต้นทุนการผลิตลดลง (Zhang et al., 2018) หรือการเลือกใช้ความเข้มของโฟตอนหรือค่า PPFD ที่เหมาะสมของหลอดฟลูออเรสเซนต์กับหลอดแอลอีดีแดงต่อน้ำเงิน มีผลให้การสังเคราะห์แสงของพืชมากขึ้นทำให้ผักมีขนาดใหญ่และลำต้นสูง (Zou et al., 2020) ข้อดีของการใช้โรงงานผลิตพืชยังสามารถเพาะเลี้ยงพืชนอกฤดูปลูกได้ เช่น การปลูกสตรอว์เบอร์รี่ในประเทศญี่ปุ่น ในโรงงานผลิตพืชที่มีอุณหภูมิ 20–25 องศาเซลเซียส และมีการจัดจำนวนชั่วโมงที่มีแสงตามที่พืชต้องการโดยใช้หลอดแอลอีดีทำให้สามารถขยายเวลาเพาะปลูกได้เพิ่มขึ้น 5 เดือน (Iwao et al., 2021) อย่างไรก็ตามการปลูกพืชในลักษณะนี้จะใช้พลังงานที่ค่อนข้างสูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับการเพาะปลูกปกติจึงมีการศึกษาการลดต้นทุนพลังงานของโรงงานผลิตพืช เช่น การพัฒนาโรงงานผลิตพืชอย่างง่ายสำหรับปลูกผักกาดหอมและสตรอว์เบอร์รี่จากตู้คอนเทนเนอร์ขนาด 40 ฟุต จำนวน 6 ตู้ ในแต่ละตู้มีการจ่ายอากาศเย็นจากระบบปรับอากาศแบบดูดซับขนาด 70 กิโลวัตต์ โดยใช้ความร้อนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นแหล่งให้ความร้อนในการทำความเย็นของระบบ และใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ 21 กิโลวัตต์ และหลอดแอลอีดี 4.6 กิโลวัตต์ ให้แสง โดยใช้ไฟฟ้าส่วนหนึ่งจากระบบโซลาเซลล์ ผลพบว่าโรงงานผลิตพืชที่ออกแบบสามารถลดการใช้พลังงานได้มากกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับโรงงานผลิตพืชทั่วไป ทำให้พืชเจริญเติบโตได้ดีและน้ำหนักเพิ่มขึ้นต่อต้น ในวันที่ 42 หลังจากการเพาะปลูกมากกว่า 70 กรัมต่อต้น (Ueno & Kawamitsu, 2017) นอกจากนี้มีการเปรียบเทียบทางเศรษฐศาสตร์ของโรงงานผลิตพืชที่ใช้หลอดแอลอีดีและมีการใช้ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar PV) เทียบกับการปลูกพืชในโรงเรือนแสงธรรมชาติ และโรงงานผลิตพืชที่ใช้แสงธรรมชาติ พบว่าการใช้ Solar PV สามารถ

ลดการใช้พลังงานขึ้นต้นได้ถึง 424 เปอร์เซ็นต์ และลดก๊าซเรือนกระจกได้ 340 เปอร์เซ็นต์ แต่มีข้อจำกัดในเรื่องของระยะเวลาคืนทุน 7-9 ปี มากกว่าการใช้โรงเรือนปกติ (Kim et al., 2022)

จากงานวิจัยที่กล่าวมาแสดงให้เห็นว่า มีความเป็นไปได้ของการนำโรงงานผลิตพืชขนาดเล็กมาปรับใช้เพื่อแก้ไขปัญหาตามความต้องการของชุมชนบ้านปงไคร้ อย่างไรก็ตาม อาจมีการใช้พลังงานไฟฟ้ามากขึ้นกว่าเดิม ซึ่งคณะผู้วิจัยได้คำนึงถึงประเด็นนี้และได้ออกแบบระบบการใช้ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์มาผลิตไฟฟ้า เพื่อใช้ในโรงงานผลิตพืชร่วมกับการใช้ไฟฟ้าจากระบบสายส่ง ซึ่งจะทำให้เกิดความคุ้มค่าของการใช้งานโรงงานผลิตพืชขนาดเล็กที่เหมาะสมกับบริบทชุมชนเร็วขึ้น



## วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาศักยภาพการใช้งาน และวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของโรงงานผลิตพืชขนาดเล็กสำหรับเพาะเลี้ยงกล้วยไม้ในเขตแก้วของหมู่บ้านปงไคร้ ตำบลโป่งแยง อำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่



## วิธีดำเนินการวิจัย

### 1. โรงงานผลิตพืชในงานวิจัย

ในการดำเนินการวิจัย ประกอบด้วย การพัฒนาปรับปรุงโรงงานผลิตพืชที่เหมาะสมกับการใช้งานของชุมชน มีการประเมินสมรรถนะของระบบและการใช้งาน และการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของโรงงานผลิตพืช ตามลำดับ ในภาพ 1 (ก) แสดงโรงงานผลิตพืชที่ศึกษาในวิจัย โดยปรับปรุงจากห้องเพาะเลี้ยงกล้วยไม้ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของอาคารกล้วยไม้ของชุมชนเดิมของห้องเพาะเลี้ยงเป็นแบบเปิดโล่ง กว้าง 6 เมตร ยาว 6 เมตร สูง 3.5 เมตร ล้อมด้วยตาข่ายลูกกรง ภายในมีชั้นวางขวดสำหรับเพาะเลี้ยงกล้วยไม้ มีการใช้พลังงานไฟฟ้าจากสายส่งสำหรับระบบไฟฟ้าแสงสว่างของอาคาร ดังนั้นจึงได้ทำการปรับปรุงโรงงานผลิตพืชโดยเงื่อนไขในการออกแบบต้องรักษาระดับอุณหภูมิอากาศให้อยู่ในสภาวะเหมาะสมที่กล้วยไม้ต้องการและใช้ไฟฟ้าให้น้อยที่สุด คือ อุณหภูมิอากาศในช่วง 25-27 องศาเซลเซียส และคุณภาพแสงทำการประเมินจากค่าความหนาแน่นของปริมาณแสงช่วงเวลาที่พืชได้รับสำหรับการสังเคราะห์แสง (Photosynthetic Photon Flux Density: PPF) ที่กล้วยไม้ในคอกต้องการ คือ 20-40 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที จากนั้นได้ทำการปรับปรุงอาคารให้มีผนังทึบ มีช่องหน้าต่างสำหรับระบายอากาศเมื่อไม่ต้องการใช้ระบบปรับอากาศเมื่ออุณหภูมิในห้อง

ต่ำกว่ากว่า 27 องศาเซลเซียส ภายในห้องติดตั้งระบบปรับอากาศขนาด 18,000 บีทียูต่อชั่วโมง ยี่ห้อ TCL (Power 1.46 กิโลวัตต์, COP = 3.56, 1 Phase) ระบบแสงเทียมติดตั้งหลอดแอลอีดี ชนิด Full Spectrum กำลังไฟฟ้า 18 วัตต์ (Voltage: 100–240 โวลต์ (กระแสสลับ)) จำนวน 12 หลอด กำลังไฟฟ้ารวม 216 วัตต์ กับชั้นวางขวดทั้งชั้นล่างและชั้นบน ทำการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อกับสายส่งการไฟฟ้าขนาด 3.15 กิโลวัตต์สูงสุด โดยใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกรวมกำลังไฟฟ้า 315 วัตต์ ยี่ห้อ DAHSOLARPV จำนวน 10 แผง ( $V_{mmp}$  33.10 โวลต์,  $I_{mmp}$  9.53 แอมแปร์) ไฟฟ้าที่ผลิตได้จากระบบจะจ่ายให้กับโรงงานผลิตพืชและชาร์จแบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ 80 แอมแปร์ชั่วโมง จำนวน 2 ลูก เพื่อจ่ายให้กับระบบแสงเทียมในช่วงที่ไม่มีการผลิตไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์เพื่อเพิ่มระยะเวลาการสังเคราะห์แสง ดังภาพ 1 (ข)



(ก) สภาพภายในและภายนอกของโรงงานผลิตพืชขนาดเล็ก

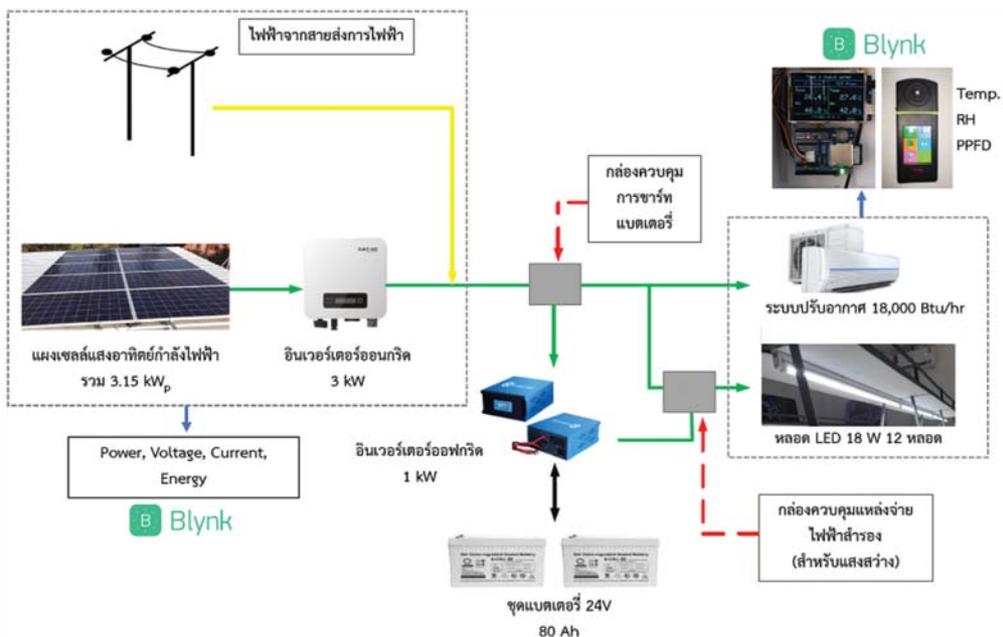


(ข) ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์

ภาพ 1 โรงงานผลิตพืชขนาดเล็กสำหรับเพาะเลี้ยงกล้วยไม้ในเขตแก้วของหมู่บ้านปงไคร้

## 2. ขั้นตอนการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ผล

สำหรับการทดสอบการใช้งานเพื่อประเมินสมรรถนะการทำงานของโรงงานผลิตพืชตั้งโต๊ะแถมการทำงานแสดงดังภาพ 2 ประกอบด้วยการตรวจวัดอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์อากาศในโรงงานผลิตพืชและบรรยากาศแวดล้อมโดยใช้เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (BOSCH, Model: BEM280, Range อุณหภูมิ 0–65 องศาเซลเซียส Accuracy  $\pm 0.5$  องศาเซลเซียส, ความชื้นสัมพัทธ์ 0–100 เปอร์เซ็นต์ Accuracy  $\pm 3$  เปอร์เซ็นต์) สำหรับคุณภาพแสงเทียมทำการตรวจวัดค่า PPFd ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (UPRtek, Model: PG100N, Range 1–3,000 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที Accuracy  $\pm 3$  เปอร์เซ็นต์) นอกจากนั้นระบบตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าใช้เซนเซอร์ตรวจวัดพารามิเตอร์ไฟฟ้า DC ขาเข้าของอินเวอร์เตอร์โดยใช้ Power Analyzer DC (Voltage range 0.05–300 โวลต์ (กระแสตรง), Current range 50–300 แอมแปร์, Power range 0.2–90 กิโลวัตต์) และตรวจวัดพารามิเตอร์ไฟฟ้าขาออกของอินเวอร์เตอร์โดยใช้ Current Transformer ตรวจวัดพารามิเตอร์ไฟฟ้า AC (Voltage range 80–120 โวลต์, Current range 0–100 แอมแปร์, Power range 0–23 กิโลวัตต์) เข้ากับสายไฟของโหลดที่ต้องการและเชื่อมต่อกับอินเวอร์เตอร์และบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP8266 โดยใช้เครื่องแปลงสัญญาณ RS-485 Converter เพื่อรับส่งข้อมูลผ่านระบบอินเทอร์เน็ตบนที่กบนระบบ Cloud Server



ภาพ 2 โดอะแกรมการทำงานของโรงงานผลิตพืช

จากนั้นทำการศึกษาศมรรถนะการทำงานของโรงงานผลิตพืชแบบใช้งานเบื้องต้น เพื่อศึกษาพฤติกรรมการทำงานและหารูปแบบการใช้งานโรงงานผลิตพืช โดยเก็บข้อมูลต่อเนื่องเป็นเวลา 1 สัปดาห์ ในช่วงเดือนเมษายน 2564 ที่มีสภาพอากาศร้อนจัด จึงทำให้โรงงานผลิตพืชมีแนวโน้มการใช้พลังงานไฟฟ้ามากกว่าช่วงฤดูอื่น ๆ เนื่องจากสภาพอากาศของหมู่บ้านปงไคร้ตั้งอยู่บนพื้นที่สูง ในช่วงเช้าอุณหภูมิแวดล้อมไม่สูงมาก จึงกำหนดเงื่อนไขการใช้งานระบบดังนี้ เวลาเปิด-ปิดเครื่องปรับอากาศ ตั้งแต่ 09.30-16.00 น. เพื่อเป็นการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบสายส่ง สำหรับเวลาเปิด-ปิด หลอดแอลอีดี เริ่มตั้งแต่ 07.00-17.00 น. นอกจากนั้นได้เพิ่มเวลาเปิด-ปิดหลอดแอลอีดี (ใช้ไฟฟ้าจากแบตเตอรี่) ตั้งแต่ 17.00-20.00 น. และเวลาชาร์ตแบตเตอรี่ ตั้งแต่ 08.00-17.00 น. ข้อมูลของพารามิเตอร์ต่าง ๆ จะมีการบันทึกผ่านระบบ Cloud Server สำหรับบันทึกข้อมูลต่าง ๆ และได้ทำระบบติดตามการทำงานผ่านการใช้งานบนแอปพลิเคชัน Blynk จากโทรศัพท์มือถือ ซึ่งสามารถติดตามการทำงานของโรงงานผลิตพืชแบบเรียลไทม์ นอกจากนั้นทำการเก็บข้อมูลจำนวนต้นกล้วยไม้ในขวดแก้วที่สุ่มเลือก จำนวน 13 ตัวอย่าง คิดเป็น 10 เปอร์เซ็นต์ ของจำนวนกล้วยไม้ขวดที่ชุมชนผลิตในรอบเดียวกันตั้งแต่เดือนตุลาคม 2563 (จำนวนกล้วยไม้ขวดที่นำเข้ามาเลี้ยงในโรงงานผลิตพืชมีหลายช่วงเวลา) เพื่อนำมาหาอัตราการรอดโดยใช้วิธีการนับจำนวนของต้นกล้วยไม้ในคอกุ้มไฟ ประกอบด้วย จำนวนต้นเริ่มต้น จำนวนต้นที่งอกใหม่ ต้นกล้วยไม้ที่ตาย และวัดความสูงของต้นกล้วยไม้ทุกเดือน เริ่มตั้งแต่วันที่ 25 กุมภาพันธ์ 2564 ถึงวันที่ 25 มิถุนายน 2564 เป็นระยะเวลา 4 เดือน ซึ่งในช่วงเวลานี้เป็นช่วงที่ชุมชนนำกล้วยไม้เข้ามาเลี้ยงในโรงงานผลิตพืช

### 3. การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

ในการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ได้คิดต้นทุนเฉพาะการปรับปรุงห้อง และการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ได้จากข้อมูลของชุมชนที่มีการรวบรวมไว้ และจากการเก็บข้อมูลในงานวิจัย ได้แก่ ข้อมูลจำนวนขวดของกล้วยไม้ที่เพาะเลี้ยง ระยะเวลาการเพาะเลี้ยง ราคาขายกล้วยไม้ต่อขวด จำนวนนักท่องเที่ยวข้อมูลรายได้ต่อปี รายจ่ายต่อปี จำนวนนักท่องเที่ยว ค่าลงทะเบียนศึกษาดูงานของนักท่องเที่ยว และอายุโครงการ ข้อมูลค่าใช้จ่าย ประกอบด้วย พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ ค่าไฟฟ้า ค่าวัสดุอาหารสำหรับทำกล้วยไม้ขวดแก้ว ค่าจัดสถานที่ทำกิจกรรม และค่าใช้จ่ายต่าง ๆ เช่น ค่าซ่อมแซมอุปกรณ์ ข้อมูลรายได้ ประกอบด้วย รายได้จากการขายกล้วยไม้ และรายได้จากกิจกรรมท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ เป็นต้น จากนั้นนำมาประเมินความคุ้มค่าของโรงงานผลิตพืชในงานวิจัย ประกอบด้วย การหาระยะเวลาคืนทุน มูลค่าปัจจุบันสุทธิ และอัตราผลตอบแทนภายใน (Samuelson & Nordhaus, 2001) ดังนี้

การประเมินระยะเวลาคืนทุน (Simple Payback Period: SPB) ดังสมการที่ (1)

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = \frac{\text{มูลค่าในการลงทุนรวม}}{\text{ผลตอบแทนสุทธิสะสมรายปี}} \quad (1)$$

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) หรือผลบวกของรายรับทั้งหมดและรายจ่ายทั้งหมดที่ได้จากโครงการโดยการปรับทุกค่ามาที่เวลาปัจจุบัน ดังสมการที่ (2) โดย  $R_n$  คือผลตอบแทนในปีที่  $n$ ,  $C_n$  คือ ค่าใช้จ่ายในปีที่  $n$ ,  $N$  คือ ระยะเวลาโครงการ  $i$  คือ อัตราส่วนลด (Discount Rate) หรืออัตรดอกเบี้ย (Interest), TIC คือ เงินลงทุนทั้งหมด ณ เวลาปัจจุบัน

$$\text{NVP} = \sum_{n=0}^N \frac{R_n - C_n}{(1 + i)^n} - \text{TIC} \quad (2)$$

อัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return: IRR) หรืออัตรดอกเบี้ยที่ทำให้มูลค่าเงินปัจจุบันสุทธินี้ได้จากค่าตอบแทนการลงทุนมีค่าเป็นศูนย์ (ค่า IRR คือค่า  $i$  ที่ทำให้  $\text{NPV} = 0$ ) ดังสมการที่ (3)

$$\text{NVP} = \sum_{n=0}^N \frac{R_n - C_n}{(1 + i)^n} - \text{TIC} = 0 \quad (3)$$



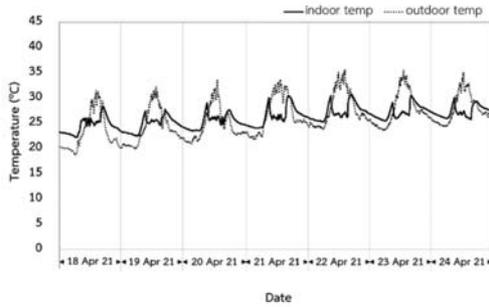
## ผลการวิจัย

### 1. ผลการศึกษาสมรรถนะการทำงานของโรงงานผลิตพีซี

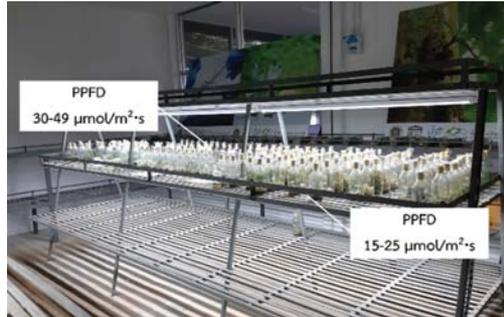
จากภาพ 3 แสดงสมรรถนะการทำงานของโรงงานผลิตพีซีต่อเนื่อง 7 วัน ประกอบด้วย การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศ ค่า PPFD กำลังไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้า ในภาพ 3 (ก) พบว่า ลักษณะการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศในโรงงานผลิตพีซีแบ่งออกเป็น 3 ช่วง ได้แก่ ช่วงที่ 1 เวลา 08.00–09.30 น. ก่อนเปิดใช้งานระบบปรับอากาศในช่วงเช้า เริ่มมีความร้อนเข้าสู่โรงงานผลิตพีซีจึงทำให้อุณหภูมิอากาศเริ่มสูงขึ้นมีค่า 27–29 องศาเซลเซียส จากนั้นเข้าสู่ช่วงที่ 2 เป็นช่วงที่มีการใช้งานระบบปรับอากาศตั้งแต่ 09.30–16.00 น. อุณหภูมิในโรงงานผลิตพีซีมีค่า 25–26 องศาเซลเซียส ซึ่งต่ำกว่าบรรยากาศภายนอก 5–8 องศาเซลเซียส แต่อาจมีบางวันที่อากาศร้อนจัดจึงทำให้อุณหภูมิในห้องสูงถึง 27 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตามยังสามารถรักษาระดับอุณหภูมิให้กล้วยไม้เจริญเติบโตได้ 25–27 องศาเซลเซียส หลังจากปิดระบบปรับอากาศซึ่งได้ตั้งอัตโนมัติไว้เพื่อไม่ให้ระบบผลิตไฟฟ้าจ่ายพลังงานไฟฟ้า จะเข้าสู่ในช่วงที่ 3

ตั้งแต่เวลา 16.00 น. อุณหภูมิอากาศในโรงงานผลิตพืชจะสูงขึ้นอย่างรวดเร็วและเกินเงื่อนไข อุณหภูมิที่เหมาะสม และเริ่มมีค่าลดลงหลังเวลา 18.00 น. จากนั้นจะมีความร้อนบางส่วนสะสม อยู่ภายในห้อง ทำให้มีอุณหภูมิอากาศภายในสูงกว่าอุณหภูมิแวดล้อม 1-3 องศาเซลเซียส แต่ยังคงอยู่ในระดับอุณหภูมิ 25-27 องศาเซลเซียส สำหรับการเปลี่ยนแปลงของค่า PPFd ดังภาพ 3 (ข) พบว่ามีค่าสูงสุดบริเวณตำแหน่งตรงกลาง ซึ่งมีค่าประมาณ 30-49 ไมโครโมล ต่อตารางเมตรต่อวินาที และเมื่อระยะห่างจากตำแหน่งตรงกลางออกไปยังขอบชั้นวาง จะลดลง เหลือ 10-25 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที สำหรับจุดที่ต่ำกว่า 20 ไมโครโมลต่อตารางเมตร ต่อวินาที จะใช้วิธีการจัดวางขวดชิดกันและขยับขวดให้อยู่ได้ตลอดไฟให้มากที่สุด มีค่า PPFd ยังเพียงพอต่อความต้องการของกล้วยไม้ในกุ่มไฟเนื่องจากเป็นพืชในกลุ่มที่ต้องการแสงน้อย และกล้วยไม้จะได้แสงเป็นเวลานานขึ้นจากเดิมช่วงเวลากลางวัน 10 ชั่วโมง เพิ่มอีกวันละ 3 ชั่วโมง จากการใช้ไฟฟ้าที่สะสมไว้ในแบตเตอรี่จ่ายให้กับหลอดแอลอีดีตั้งแต่วันที่ 17.00-20.00 น. ซึ่งเพียงพอต่อการใช้งานของชุมชน เนื่องจากหากมีการบำรุงรักษา ชุมชนสามารถดำเนินการ ได้เองโดยใช้งบประมาณไม่สูง

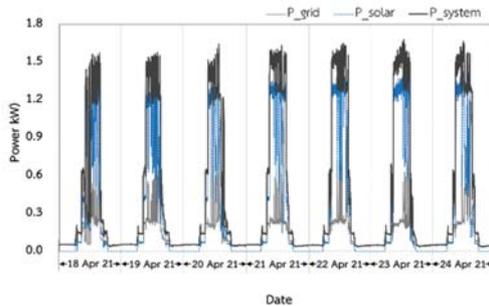
สำหรับค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้ในโรงงานผลิตพืชดังภาพ 3 (ค) พบว่ากำลังไฟฟ้ารวม ของโรงงานผลิตพืชมีค่าตั้งแต่ 0.05-1.65 กิโลวัตต์ และไฟฟ้าส่วนใหญ่ถูกจ่ายให้กับระบบ ปรับอากาศที่ใช้กำลังไฟฟ้าตั้งแต่ 1.00-1.30 กิโลวัตต์ ในช่วงเวลา 07.00-08.00 น. พบว่า มีการดึงไฟฟ้าจากระบบสายส่งมาใช้เล็กน้อยประมาณ 0.40-0.06 กิโลวัตต์ เนื่องจากเริ่มเปิด ใช้ระบบแสงเทียมและชาร์จแบตเตอรี่ จากนั้นตั้งแต่วันที่ 08.00-16.30 น. ไฟฟ้าส่วนที่ป้อน ให้กับโรงงานผลิตพืชมาจากระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์เป็นหลัก ตั้งแต่ 0.2-1.4 กิโลวัตต์ และมีบางช่วงเวลาที่ดึงไฟฟ้าจากระบบสายส่งมาใช้ เช่น ช่วงที่ความเข้มรังสีอาทิตย์ ลดลง กำลังไฟฟ้ามีค่า 0.04-1.2 กิโลวัตต์ หลังจากเวลา 16.30 น. กำลังไฟฟ้ารวมของระบบ จะลดลงเนื่องจากมีการใช้งานเฉพาะระบบแสงเทียม และตั้งแต่วันที่ 17.00-21.00 น. ระบบ แสงเทียมจะเปลี่ยนไปใช้แหล่งพลังงานจากไฟฟ้าในแบตเตอรี่ สำหรับในช่วงเวลากลางคืน มีการใช้ไฟฟ้าจากสายส่งประมาณ 0.05-0.06 กิโลวัตต์ เพื่อจ่ายไฟฟ้าเลี้ยงอุปกรณ์ควบคุม ต่าง ๆ สำหรับการใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้างดภาพ 3 (ง) พบว่าในแต่ละวันโรงงานผลิตพืชมีการใช้ พลังงานไฟฟ้าตั้งแต่ 9.25-11.72 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน หรือมีค่าเฉลี่ย 10.85 กิโลวัตต์ชั่วโมง ต่อวัน แบ่งเป็นพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากพลังงานแสงอาทิตย์ตั้งแต่ 6.13-8.60 กิโลวัตต์ชั่วโมง ต่อวัน หรือคิดเป็น 60-75 เปอร์เซ็นต์ ของการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมด โดยจะขึ้นอยู่กับ ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ในแต่ละวัน ทำให้บางช่วงเวลามีการดึงพลังงานพลังงานไฟฟ้า จากสายส่งมาใช้ประมาณ 2.89-4.48 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน หรือคิดเป็น 25-40 เปอร์เซ็นต์ รวมทั้งใช้จ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับหลอดแอลอีดีในช่วงเช้า และอุปกรณ์อื่น ๆ ในช่วงเวลากลางคืน



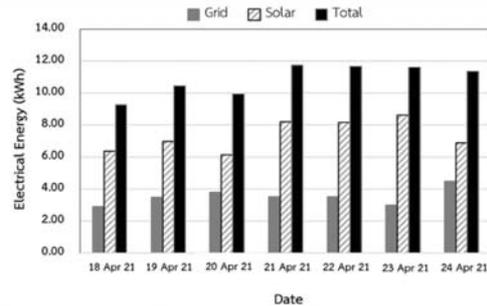
(ก) อุณหภูมิอากาศในโรงงานผลิตพืช



(ข) การเปลี่ยนแปลงค่า PPFD



(ค) กำลังไฟฟ้าของโรงงานผลิตพืช



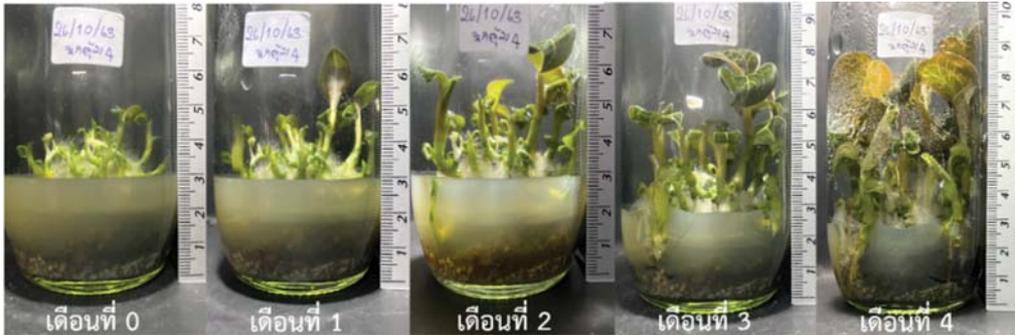
(ง) การใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงงานผลิตพืช

ภาพ 3 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศ ค่า PPFD กำลังไฟฟ้า  
และพลังงานไฟฟ้าของโรงงานผลิตพืช

## 2. ผลักรอดของกล้วยไม้เนื้อนุ่ม

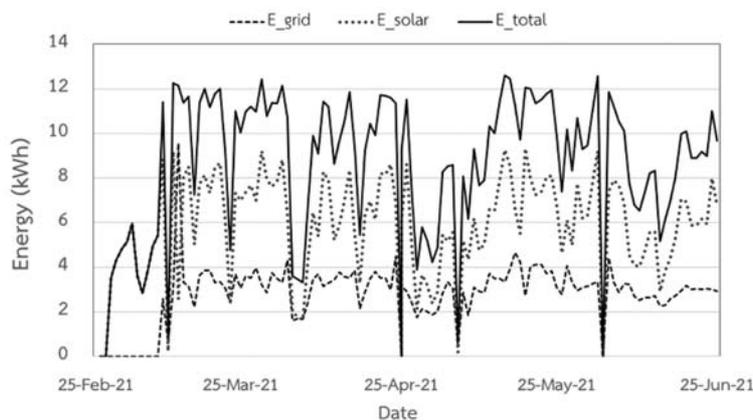
สำหรับผลจากการใช้งานโรงงานผลิตพืชได้ทำการประเมินจากข้อมูลลักรอดของกล้วยไม้เนื้อนุ่มในเขตแก้วจากการสุ่มเก็บข้อมูลทั้งหมด 13 ตัวอย่าง พบว่า จากจำนวนเริ่มต้นของต้นกล้วยไม้ที่เริ่มเก็บข้อมูลในวันที่ 25 กุมภาพันธ์ 2564 และเพาะเลี้ยงครบ 4 เดือน จนถึงวันที่ 25 มิถุนายน 2564 มีกล้วยไม้ในเขตจำนวน 4 เขต ที่มีลักรอดเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 5 เขต ที่มีลักรอดตั้งแต่ 50–80 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 2 เขต ที่มีลักรอดต่ำกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ในภาพรวมมีค่าเฉลี่ยอัตราการรอดเท่ากับ 71.32 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตาม จำนวน 2 เขต ที่ตายทั้งเขตเนื่องจากมีเชื้อราขึ้นภายในเขตซึ่งมีสาเหตุมาจากการติดเชื้อในขั้นตอนทำเนื้อเยื่อ สำหรับความสูงของต้นกล้วยไม้เนื้อนุ่มในเขตแก้วมีการเจริญเติบโตที่แตกต่างกันบ้าง โดยมีค่าเฉลี่ยอัตราความสูงที่เพิ่มขึ้นต่อเดือนตั้งแต่ 1.56–72.77 เปอร์เซ็นต์ (ค่าความสูงของต้นสูงสุดตั้งแต่ 1.10–7.70 เซนติเมตร) เมื่อนำข้อมูลผลการเจริญเติบโตของกล้วยไม้เขตเมื่อนำมาประเมินระยะเวลาการเพาะเลี้ยงกล้วยไม้เนื้อนุ่มในเขตแก้วในโรงงานผลิตพืชเทียบกับการเพาะเลี้ยงแบบเดิม พบว่าสามารถลดระยะเวลาจาก 12 เดือน ลดลง

เหลือ 8 เดือน โดยกล้วยไม้มีจำนวนต้นมากขึ้น มีขนาดใหญ่ และจำนวนใบมากขึ้น ตัวอย่าง  
การเจริญเติบโตของกล้วยไม้หน่อกุ้มไฟที่เพาะเลี้ยงในโรงงานผลิตพืช ดังภาพ 4



ภาพ 4 ตัวอย่างการเจริญเติบโตของกล้วยไม้หน่อกุ้มไฟในขวดแก้วที่เพาะเลี้ยง  
ในโรงงานผลิตพืช

จากภาพ 5 แสดงค่าพลังงานไฟฟ้ารวมที่ใช้ในโรงงานผลิตพืชตลอดระยะเวลา 4 เดือน  
พบว่าในแต่ละวันมีการใช้พลังงานไฟฟ้าตั้งแต่ 3–12 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ  
สภาพแวดล้อม เช่น โดยสัดส่วนของการใช้พลังงานไฟฟ้าส่วนใหญ่มาจากระบบผลิตไฟฟ้า  
พลังงานแสงอาทิตย์คิดเป็น 65–70 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเข้มรังสีอาทิตย์ในแต่ละวัน  
และไฟฟ้าที่ต้องการเพิ่มเติมมาจากสายส่งการไฟฟ้า 30–35 เปอร์เซ็นต์โดยค่าเฉลี่ยของพลังงาน  
ไฟฟ้าที่โรงงานผลิตพืชใช้งานต่อวันประมาณ 9 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน ประกอบด้วยพลังงาน  
ไฟฟ้าจากระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ จำนวน 6 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน และไฟฟ้าจากระบบ  
สายส่ง 3 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน



ภาพ 5 พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ตลอดระยะเวลาการเพาะเลี้ยงกล้วยไม้

เมื่อวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ในการปรับปรุงโรงงานผลิตพืชร่วมกับการใช้ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ จะมีการคำนวณปรับปรุงห้อง 80,000 บาท และระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ 70,000 บาท รวมเป็นเงินลงทุน 150,000 บาท ชุมชนสามารถเพาะเลี้ยงกล้วยไม้ขวดได้เพิ่มขึ้นเป็น 700 ขวดต่อปี และสามารถขายได้ในราคา 100 บาทต่อขวด เนื่องจากจำนวนต้นในขวดเพิ่มขึ้น และสามารถเพิ่มจำนวนนักท่องเที่ยวได้เพิ่มขึ้นเป็น 150 คนต่อปี ทำให้ชุมชนมีรายได้คิดเป็นกำไรสุทธิที่เพิ่มขึ้น 47,550 บาทต่อปี มีระยะเวลาคืนทุน 3.15 ปี คิดเป็นมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) 369,848.49 บาท และอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) 30.56 เปอร์เซ็นต์ ผลแสดงดังตาราง 1

**ตาราง 1** ผลการวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์ของโรงงานผลิตพืชขนาดเล็กหมู่บ้านปงไคร้

ลำดับ	รายละเอียด	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
1	จำนวนกล้วยไม้ขวดที่เพาะเลี้ยง (ขวด)	300	700
2	ระยะเวลาการเพาะเลี้ยง (เดือน)	12	8
3	ราคาขายกล้วยไม้ต่อขวด (บาทต่อขวด)	80.00	100.00
4	จำนวนนักท่องเที่ยวเข้าศึกษาดูงานท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ (คนต่อปี)	100	150
5	ค่าลงทะเบียนเข้าศึกษาดูงานและทำกิจกรรม (บาทต่อคน)	170	170
6	อายุโครงการ (ปี)	-	20
7	พลังงานไฟฟ้าจากระบบสายส่งที่ใช้เฉลี่ยต่อปี (กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี)	120.00	1,095.00
8	Specific Energy Consumption (กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อขวด) (7) ÷ (1)	0.40	1.56
9	ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย (บาทต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง)	4.00	4.00
10	ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาทต่อปี) (7) × (9)	480.00	4,380.00
11	ต้นทุนค่าไฟฟ้าต่อขวด (บาท) (10) ÷ (1)	1.60	6.26
12	ค่าบำรุงรักษาระบบปรับอากาศ (บาทต่อปี)	-	1,000.00
13	ค่าส่วนผสมอาหารกุ้งขวดละ 2 บาท (บาทต่อปี)	600.00	1,400.00
14	ค่าอุปกรณ์จัดสถานที่เวลาทำกิจกรรม (บาทต่อปี)	2,500.00	3,750.00
15	ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ เช่น ซ่อมแซมอุปกรณ์ เครื่องมือ	22,630.00	22,630.00
16	รายจ่ายทั้งหมด (บาทต่อปี) (10) + (13) + (14) + (15)	26,210.00	33,160.00

ลำดับ	รายละเอียด	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
17	รายได้จากการขายกล้วยไม้ (บาทต่อปี)	24,000.00	70,000.00
18	รายได้จากการศึกษาดูงานท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ (บาทต่อปี) (4) × (5)	17,000.00	25,500.00
19	รายได้ทั้งหมด (17) + (18)	41,000.00	95,500.00
20	กำไรสุทธิต่อปี (บาทต่อปี) (19) – (16)	14,790.00	62,340.00
21	เงินลงทุนปรับปรุงโรงงานผลิตพีช (บาท)	-	150,000.00
22	กำไรที่เพิ่มขึ้นสุทธิต่อปี (บาทต่อปี)	-	47,550.00
23	ระยะเวลาคืนทุน <sup>a</sup> (ปี)	-	3.15
24	มูลค่าปัจจุบันสุทธิ <sup>a, b</sup> (บาท)	-	369,848.49
25	อัตราผลตอบแทนภายใน IRR <sup>a</sup> (เปอร์เซ็นต์)	-	30.56

หมายเหตุ: <sup>a</sup> คำนวณจากสมการที่ 1–3 ตามลำดับ, <sup>b</sup> ใช้อัตราดอกเบี้ย MRR = 5.995 เปอร์เซ็นต์ (อัตราดอกเบี้ยเงินให้สินเชื่อ ครั้งที่ 2/2564, 2564)



### อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาพบว่า โรงงานผลิตพีชที่สร้างขึ้นสามารถนำมาใช้เพาะเลี้ยงกล้วยไม้ในขวดแก้วของชุมชนได้เป็นอย่างดีทั้งการควบคุมอุณหภูมิอากาศและคุณภาพแสงที่เพียงพอกับกล้วยไม้ อย่างไรก็ตามอาจมีการแกว่งตัวของอุณหภูมิอากาศบ้างเมื่อหยุดใช้งานระบบปรับอากาศ ซึ่งเมื่อเกิดเงื่อนไขที่เกินความต้องการของพืชอาจต้องมีการเปิดระบบนานขึ้น ทั้งนี้จะอยู่กับสภาพอากาศที่จะส่งผลให้โรงงานผลิตพีชมีการใช้พลังงานไฟฟ้าที่แตกต่างกันในแต่ละฤดูกาล จากการวิเคราะห์พบว่า ในช่วงที่อากาศร้อนจัดควรมีการเพิ่มเวลาในการทำความเย็นในช่วงเช้าเร็วขึ้น ประมาณ 15 นาที และเลื่อนเวลาปิดระบบปรับอากาศออกไปอีก 15 นาที ในช่วงเย็นเพื่อรักษาระดับอุณหภูมิอากาศในห้องไม่ให้สูงเกิน 27 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตามอาจส่งผลให้ใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และจากสายส่งเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย ประมาณ 0.5 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน

เมื่อเปรียบเทียบผลการใช้งานโรงงานผลิตพีชที่พัฒนาขึ้นกับงานวิจัยอื่น ๆ (Quan et al., 2018; Ueno & Kawamitsu, 2017) พบว่ามีความสอดคล้องไปในทิศทางเดียวกัน คือ ทำให้ได้คุณภาพของพีชที่ดีขึ้น และใช้ระยะเวลาเพาะปลูกพีชที่สั้นลง สำหรับในด้านของการใช้พลังงานโรงงานผลิตพีชของชุมชนมีต้นทุนค่าพลังงานไฟฟ้าในการเพาะเลี้ยงพีชที่ต่ำกว่าเนื่องจากใช้ไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์เป็นหลักในการจ่ายให้ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนและ

หลอดแอลอีดี ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่มีการใช้พลังงานที่มีนัยสำคัญในโรงงานผลิตพืช แตกต่างจากงานวิจัยของ Ueno and Kawamitsu ที่ใช้ไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์เฉพาะระบบแสงเทียมสำหรับระบบปรับอากาศเป็นแบบดูดซับค่อนข้างมีกำลังไฟฟ้ามากจึงออกแบบใช้ไฟฟ้าจากสายส่งเป็นหลัก ดังนั้นหากพิจารณาความคุ้มค่าของการใช้โรงงานผลิตพืชขนาดเล็กร่วมกับการระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ จึงมีความเหมาะสมที่จะสามารถออกแบบการลดต้นทุนทางพลังงานได้มากกว่า และมีความเป็นไปได้ในการนำไปต่อยอดองค์ความรู้ในด้านเกษตรกรรมอื่น ๆ นอกจากนั้นหากพิจารณาผลตอบแทนที่ชุมชนได้รับจากการศึกษา คือ สามารถเพาะเลี้ยงกล้วยไม้ในขวดแก้วได้เพิ่มขึ้น และสามารถรับนักท่องเที่ยวเข้ามาทำกิจกรรมได้มากขึ้น ก็จะส่งผลให้รายได้เพิ่มมากขึ้นเช่นกัน โดยผลวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์เห็นได้ชัดว่ามีความคุ้มค่าในการลงทุน ซึ่งผลตอบแทนภายใน (IRR) มากกว่าค่า MRR หรืออัตราดอกเบี้ยเงินกู้ ซึ่งถือว่าเป็นโครงการที่ให้น่าลงทุนและให้ผลตอบแทนดี

จากนั้นผู้วิจัยได้ทำจัดถ่ายถอดเทคโนโลยีโรงงานผลิตพืชขนาดเล็กให้กับตัวแทนชุมชนและสมาชิกกลุ่มอนุรักษ์กล้วยไม้ป่าหมู่บ้านปงไคร้ เพื่อสร้างความเข้าใจการเลือกใช้เทคโนโลยีในโครงการทั้งการปรับปรุงโครงสร้าง การเลือกใช้และติดตั้งระบบปรับอากาศ ระบบแสงเทียม ระบบตรวจวัดสภาพแวดล้อม ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่จ่ายให้กับโรงงานผลิตพืช และทำการฝึกปฏิบัติการใช้งาน การดูแล และแก้ปัญหาเบื้องต้น ดังภาพ 6 และได้มีการติดตามผลการใช้งานต่อเนื่องอีก 1 ปี



ภาพ 6 การถ่ายถอดเทคโนโลยีแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างนักวิจัยและท้องถิ่น



## สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการพัฒนาโรงงานผลิตพืชขนาดเล็กสำหรับเพาะเลี้ยงกล้วยไม้ในขวดแก้วของหมู่บ้านปงไคร้ พบว่าโรงงานผลิตพืชที่พัฒนาขึ้นสามารถสร้างสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมการเจริญเติบโตของกล้วยไม้ ส่งผลให้กล้วยไม้มีอัตราการรอดที่สูงขึ้น และได้ผลผลิตที่ดีขึ้น โดยพลังงานไฟฟ้าที่ใช้มาจากระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์เป็นหลัก 65–70 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ลดต้นทุนทางพลังงานได้มาก

### ข้อเสนอแนะการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. ผลจากงานวิจัยโรงงานผลิตพืชขนาดเล็กที่พัฒนาขึ้นนี้ สามารถนำไปต่อยอดในการเพาะเลี้ยงพืชอื่น ๆ ที่มีมูลค่าสูงและเป็นที่ต้องการของตลาดในพื้นที่อื่น ๆ เช่น กล้วยไม้ตระกูลเอื้อง พืชสมุนไพรทางการแพทย์ และผลิตต้นพันธุ์ต่าง ๆ ของวิสาหกิจชุมชนต่าง ๆ ที่สนใจ แต่ขนาดและรูปแบบเทคโนโลยีของโรงงานผลิตพืชอาจมีการปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมกับพืชและสภาพแวดล้อมบริเวณนั้น ๆ ทำให้อาจจะมีความแตกต่างในแง่ในมูลค่าลงทุนเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่นำมาใช้ประกอบเป็นโรงงานผลิตพืช

2. ในอนาคตการลงทุนระบบโรงงานผลิตพืชอาจได้รับผลตอบแทนที่เร็วขึ้นเนื่องจากแนวโน้มราคาติดตั้งของหลอดแอลอีดีและระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ถูกลง ซึ่งอาจทำให้การใช้งานแพร่หลายมากขึ้น

### ข้อเสนอแนะการวิจัยครั้งต่อไป

1. หากมีการวิจัยเพิ่มเติมควรเริ่มต้นเก็บข้อมูลพร้อมกับการนำกล้วยไม้ขวดหลังจากเพาะเนื้อเยื่อเสร็จ ซึ่งจะช่วยให้เห็นผลลัพธ์ของการใช้งานโรงงานผลิตพืชในระยะยาว

2. ควรมีการศึกษาผลของแสงจากรูปแบบการจัดวางขวดที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของกล้วยไม้ในตู้ลมไฟ หรือมีการเปลี่ยนสีของแสง



## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม และเครือข่ายบริหารการวิจัยภาคเหนือตอนบน ที่สนับสนุนทุนวิจัยในครั้งนี้ผ่านโครงการวิจัยและนวัตกรรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนฐานราก และขอขอบคุณกลุ่มอนุรักษ์กล้วยไม้พำม่วย บ้านปงไคร้ ตำบลโปงแยง อำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่ ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลและสถานที่ทำวิจัย มา ณ ที่นี้



## เอกสารอ้างอิง

- ธนากร น้ำหอมจันทร์. (2562). โรงงานผลิตพืช Plant Factory. *EAU Heritage Journal Science and Technology*, 13(2), 46–62.
- อัตราดอกเบี้ยเงินให้สินเชื่อ ครั้งที่ 2/2564. (2564). <https://www.scb.co.th/content/dam/scb/personal-banking/rates-fees/loans/2021/loans64-02.pdf>
- Cai, J., Zhao, L., & Zhu, E. (2015). A new flavonal triglycoside derived from *Anoectochilus elwesii* on stimulating glucose uptake in insulin-induced human HepG2 cells. *Natural Product Research*, 29(15), 1414–1418.
- Iwao, T., Murakami, T., Akaboshi, O., Cho, H. Y., Yamada, M., Takahashi S., Kato, M., Horiuchi, N., & Ogiwara, I. (2021). Possibility of harvesting June-bearing strawberries in a plant factory with artificial light during summer and autumn by re-using plants cultivated by forcing culture. *Environmental Control in Biology*, 59(2), 99–105.
- Kim, Y., Shin, Hye-Ry., Oh, Su-hyun., & Yu, Ki-Hyung. (2022). Analysis on the economic feasibility of a plant factory combined with architectural technology for energy performance improvement. *Agriculture*, 12(684), 1–11.
- Quan, Q., Zhang, X., & Xue, X. Z. (2018). Design and implementation of a closed-loop plant factory. *IFAC-PaperOnlines*, 57(17), 353–358.
- Samuelson, P. A., & Nordhaus, W. D. (2001). *Economics*. (17th ed.), McGraw-Hill Books.
- Ueno, M., & Kawamitsu, Y. (2017). Design of a plant factory suitable for Okinawa. *Engineering and Applied Science Research*, 44(3), 182–188.
- Zhang, X., He, D., Niu, G., Yan, Z., & Song, J. (2018). Effects of environment lighting on the growth, photosynthesis, and quality of hydroponic lettuce in a plant factory. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 11(2), 33–40.
- Zou, T., Huang, C., Wu, P., Ge, L., & Xu, Y. (2020). Optimization of artificial light for spinach growth in plant factory based on orthogonal test. *Plants*, 9(4), 490.