



การจัดการองค์ความรู้จากเทคโนโลยีการผลิตและพลังงานสะอาดที่เหมาะสมสำหรับชุมชน
กรณีศึกษากลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกข้าว ตำบลคั้งตะเภา อำเภอเมือง จังหวัดอุดรดิตถ์
KNOWLEDGE MANAGEMENT FROM PRODUCTION TECHNOLOGY AND CLEAN
ENERGY APPROPRIATE FOR THE COMMUNITY: A CASE STUDY OF A GROUP OF
RICE FARMERS IN KHUNG TAPHAO SUBDISTRICT, MUEANG DISTRICT,
UTTARADIT PROVINCE

วีระพล คงนุ่น^{1*} รัฐพล ดุลยยะลา¹ ธนัตถา กรพิทักษ์¹ สุรพงษ์ หารรรษนันท์¹ พุทธิ อุลบลสุข²

พิชัย ใจกล้า³ ยสินทีณี เอ็มหยวก¹ และ มานิตย์ จันมี⁴

¹คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

²คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

³คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

⁴แผนกวิชาเครื่องกล วิทยาลัยเทคนิคขอนแก่น

Weerapon Kongnun^{1*} Rattapon Dulyala¹ Thuttha Konpitack¹ Surapong Hunsanun¹

Putthadee Ubolsook² Pichai Jaikra³ Yasintinee Aimyuak¹ and Manit Chanmee⁴

¹Faculty of Industrial Technology, Uttaradit Rajabhat University

²Faculty of Science and Technology, Uttaradit Rajabhat University

³Faculty of Agriculture, Uttaradit Rajabhat University

⁴Mechanical Department, Khon Kaen Technical College

*Corresponding author e-mail: weerapon.kon@live.ur.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาเทคโนโลยีพลังงานสะอาดสำหรับชุมชนและถ่ายทอดองค์ความรู้เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ที่เหมาะสมกับศักยภาพในพื้นที่แบบพึ่งพาตนเอง โดยมุ่งเป้าไปที่กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกข้าวของชุมชนตำบลคั้งตะเภา อำเภอเมือง จังหวัดอุดรดิตถ์ เป็นกรณีศึกษา จากการสำรวจพื้นที่เป้าหมายพบว่าอุปกรณ์ทางการเกษตรที่มีความต้องการในการใช้งานสูง ได้แก่ เครื่องสูบน้ำและเครื่องสีข้าวขนาดเล็ก ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้ออกแบบระบบไฟฟ้าที่ใช้แหล่งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับการสูบน้ำและการสีข้าวสำหรับครัวเรือน ผลจากการวิจัยพบว่า ผู้สนใจเข้าอบรมไม่ได้มาจากอาชีพเกษตรเพียงอย่างเดียว แต่เป็นคนที่มีความต้องการศึกษาเรียนรู้การประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยีพลังงานสะอาดสำหรับการเกษตร เพื่อจะนำไปใช้ลดต้นทุนด้านพลังงานของการสูบน้ำในพื้นที่และการลดค่าไฟฟ้าของเครื่องสีข้าวของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนของตนเอง มีความพึงพอใจในเรื่องการถ่ายทอดความรู้ของวิทยากรมากที่สุด โดยมีผลความพึงพอใจเฉลี่ย 4.55 อยู่ในเกณฑ์ระดับมาก และมีความพึงพอใจในเรื่องระยะเวลาในการอบรมน้อยที่สุด โดยมีผลความพึงพอใจเฉลี่ย 4.13 แต่ยังคงอยู่ในเกณฑ์ระดับมาก และยังมีความต้องการที่จะนำเทคโนโลยีพลังงานสะอาดไปประยุกต์ใช้กับเครื่องมือทางการเกษตรอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อลดต้นทุนด้านพลังงานในการทำเกษตรให้มากขึ้น

คำสำคัญ: พลังงานทดแทน, การจัดการพลังงานสะอาด, สูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

Abstract

This research aims to develop clean energy technology for communities and transfer knowledge for appropriate application in self-reliant areas. The target group is rice farmers in the Khung Taphao Subdistrict community, Mueang District, Uttaradit Province, serving as a case study. From the survey of the target area, it was found that the most in-demand agricultural equipment includes water pumps and small rice mills. Therefore, this research designed an electrical system using solar energy sources for water pumping and rice milling for households. The research findings revealed that the participants in the training were not only agricultural professionals but also individuals interested in learning how to apply clean energy technology in agriculture. This technology can help reduce energy costs for water pumping and electricity costs for operating brown rice mills for their community enterprises. The highest level of satisfaction was with the knowledge transfer provided by the lecturers, with an average satisfaction score of 4.55, which is considered high. The lowest level of satisfaction was with the duration of the training, with an average satisfaction score of 4.13, but this still falls within the high range. Additionally, there is a demand to apply clean energy technology to other agricultural tools to further reduce energy costs in farming.

Keyword: Renewable Energy, Clean Energy Management, Solar Water Pumping

1. บทนำ

เนื่องจากจำนวนประชากรที่เพิ่มมากขึ้น น้ำและพลังงานจึงเป็นทรัพยากรที่สำคัญและจำเป็นที่สุดในการดำรงชีวิต การบริหารจัดการน้ำและพลังงานมีความสำคัญและความจำเป็นมากขึ้นในปัจจุบัน โดยเฉพาะประเทศไทยที่ประชากรส่วนใหญ่ทำการเกษตรเป็นอาชีพหลัก ทำให้ประเทศไทยประสบปัญหาที่เกิดจากความจำเป็นต้องใช้น้ำในทุกด้าน (สำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ, 2561) โดยแบ่งเป็นพื้นที่เกษตรในเขตชลประทาน เป็นการใช้น้ำจากอ่างเก็บน้ำ ผ่านระบบชลประทาน ซึ่งมีการเพาะปลูกในฤดูแล้ง จึงมีการใช้น้ำปริมาณมาก โดยมีพื้นที่ 32.75 ล้านไร่ และพื้นที่นอกเขตชลประทานเป็นการเกษตรใช้น้ำฝน น้ำผิวดิน และน้ำใต้ดิน โดยมีพื้นที่ 117 ล้านไร่ การบริหารจัดการน้ำจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง (พันธุ์ทิพย์ นวานุช และคณะ, 2565) โดยเฉพาะในประเทศกำลังพัฒนาควรมีความสามารถเข้าถึงน้ำได้ จำเป็นต้องใช้ระบบสูบน้ำที่เหมาะสมและจ่ายพลังงานให้เพียงพอต่อการดำเนินงาน มีความเหมาะสมกับการทำการเกษตร ในแต่ละแปลงและตรงตามฤดูกาล (สุชาติ สรรพานิช, 2564)

การจัดหาน้ำที่เหมาะสมและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในการที่จะลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก จากการลดการพึ่งพาพลังงานปริมาณที่เพียงพอยังคงเป็นข้อกังวลหลักสำหรับเกษตรกร (วิสาชา ภูจินดา และสิริสุตา หนูทิมทอง, 2566) พลังงานเป็นปัจจัยพื้นฐานที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิต การพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ รวมถึงในด้านเกษตรกรรม ซึ่งในระบบเกษตรกรรมปัจจุบันต้องพึ่งพาพลังงาน ตั้งแต่เริ่มต้นเตรียมพื้นที่เพาะปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยวผลผลิตทางการเกษตร ในการสูบน้ำเพื่อการเกษตรก็เช่นเดียวกัน โดยปกติในพื้นที่เกษตรกรรมที่ไฟฟ้าเข้าไม่ถึง เกษตรกรจะใช้เครื่องสูบน้ำที่ใช้



น้ำมันเชื้อเพลิงเป็นหลัก หรือบางพื้นที่จะใช้เครื่องสูบน้ำไฟฟ้า แต่ไฟฟ้าที่ใช้ได้จากการใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กที่ใช้เครื่องยนต์เป็นต้นกำลัง ยังต้องใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเช่นเดียวกัน (พินิจนันท์ สามาอาพัฒน์ และธนิต เรืองรุ่งชัยกุล, 2558)

การพัฒนากลยุทธ์การจัดการพลังงานชุมชนในเขตภาคเหนือตอนบน ประกอบด้วย 5 กลยุทธ์คือ (1) สร้างองค์ความรู้และความเข้าใจด้านพลังงานชุมชน (2) ส่งเสริมและสนับสนุนการมีส่วนร่วมในการจัดการพลังงานชุมชน (3) พัฒนาพลังงานสะอาด ส่งเสริมเทคโนโลยีและนวัตกรรมด้านพลังงานในชุมชน (4) ส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมในชุมชน และ (5) ส่งเสริมการเรียนรู้ร่วมกันในการจัดการพลังงานชุมชน (สุพจน์ ทนทาน และคณะ, 2560) การดำเนินการจัดการพลังงานชุมชนที่เป็นเลิศประกอบด้วย 4 ประเด็นหลักที่สำคัญ คือ (1) การดำเนินการผลิตพลังงานในระดับครัวเรือนที่มาจากความต้องการบริโภคหรือการใช้งานที่แท้จริงของแต่ละครัวเรือน (2) การดำเนินการติดตั้งระบบการผลิตพลังงานชุมชนที่ออกแบบให้พอดีหรือใกล้เคียงกับปริมาณการใช้งาน เพื่อลดค่าใช้จ่ายการติดตั้งระบบและการบำรุงรักษาที่ไม่จำเป็น (3) การดำเนินการที่มีกระบวนการที่ได้รับการยอมรับจากส่วนรวม โดยกำหนดให้เป็นกฎระเบียบในการใช้ประโยชน์ร่วมกัน (4) การดำเนินการพัฒนาศูนย์การเรียนรู้ด้านการผลิตพลังงานชุมชนที่มีระบบสาธิตการผลิตพลังงานสะอาดที่ชุมชนต้องการ เพื่อใช้ถ่ายทอดความรู้ให้กับสมาชิกในชุมชน โดยปลูกฝังให้เกิดปัญหาที่ประกอบด้วย 4 ส่วนสำคัญ ได้แก่ (1) การปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง (2) การพัฒนาความพยายามและความตั้งใจ (3) การพัฒนาปัญญาในการผลิตพลังงานชุมชน และ (4) การพัฒนาศูนย์การเรียนรู้ในการผลิตพลังงานชุมชน (สืบสกุล วัชรินทร์วงศ์ และคณะ, 2561)

การบริหารจัดการพลังงานชุมชนเพื่อก่อให้เกิดพลังงานอย่างยั่งยืนได้นั้น ควรสร้างแนวทางการบริหารจัดการพลังงานชุมชนอย่างเป็นรูปธรรมและเห็นผลในเชิงประจักษ์ โดยอาศัยกระบวนการ 4 ขั้นตอนคือการวางแผน การจัดการองค์กร การขึ้นนำ (ภาวะผู้นำและการจูงใจ) และการควบคุมองค์กร นอกจากกิจกรรมหลักทางการจัดการทั้ง 4 ขั้นตอนนี้ ยังมีกิจกรรมอื่น ๆ ที่ช่วยสนับสนุนกระบวนการจัดการให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและมีประสิทธิผล ได้แก่ การตัดสินใจ การจัดการเชิงกลยุทธ์ การจัดการทรัพยากรมนุษย์ การบริหารกลุ่ม และการจัดการสภาพแวดล้อม นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงปัจจัยภายนอก เช่น การสนับสนุนจากหน่วยงานภายนอกทั้งภาครัฐและเอกชน การมีส่วนร่วมของชาวบ้านในชุมชน ตลอดจนแผนพัฒนาพลังงานชุมชนที่ชาวบ้านร่วมกันสร้างขึ้น ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดทิศทางการพัฒนาพลังงานและเกิดการจัดการพลังงานชุมชนอย่างยั่งยืน (สุสิทธิ์ สุปิน, 2561)

การเลือกใช้เทคโนโลยีพลังงานสะอาดสำหรับเครื่องมือทางการเกษตรสามารถลดต้นทุนด้านพลังงานโดยรวมแล้วจะมีค่าใช้จ่ายถูกกว่าการใช้น้ำมันและไฟฟ้า 2-4 เท่า (Mantri et al., 2020) ค่าบำรุงรักษาต่ำมีอายุการใช้งานตั้งแต่ 20-25 ปี (Evain & Lapègue, 2020 ; นิติพัฒน์ จอมมงคล และคณะ, 2566) เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมด้วยการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (พุทธิ อุดลศุข และคณะ, 2566)

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 2.1 เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตและการจัดการพลังงานสะอาดที่เหมาะสมสำหรับชุมชน
- 2.2 เพื่อเผยแพร่องค์ความรู้และพัฒนาเทคโนโลยีด้านพลังงานสะอาดที่ทันสมัย

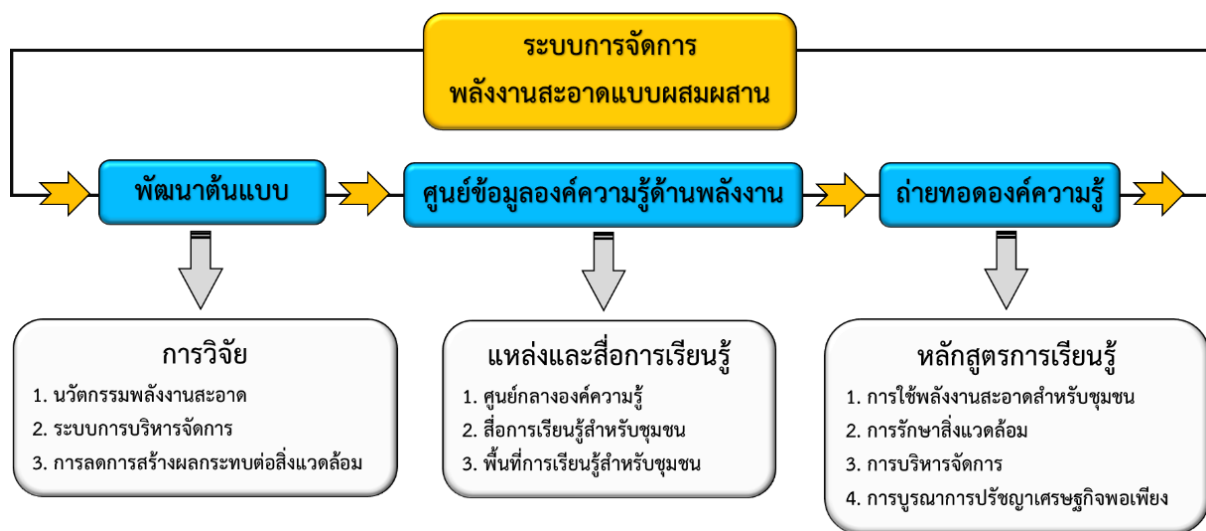
3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 สำรวจ ศึกษา และเก็บข้อมูลรูปแบบการใช้พลังงานจากกลุ่มเกษตรกรผู้ทำนาแปลงใหญ่ในเขตพื้นที่ตำบลคิ่งตะเกา อำเภอมือเมือง จังหวัดอุดรดิตถ์

3.2 ออกแบบและพัฒนาระบบการจัดการพลังงานสะอาดที่เหมาะสมสำหรับชุมชนพัฒนา เพื่อการใช้งานในงานเกษตรกรรมที่เหมาะสมกับพื้นที่ตำบลคิ่งตะเกา อำเภอมือเมือง จังหวัดอุดรดิตถ์

3.3 ถ่ายทอดองค์ความรู้และการใช้งานพลังงานสะอาดให้กับเกษตรกรผู้ทำนาแปลงใหญ่ ในเขตพื้นที่ตำบลคิ่งตะเกา อำเภอมือเมือง จังหวัดอุดรดิตถ์

3.4 เก็บข้อมูลความเข้าใจของเกษตรกร สรุปและอภิปรายผลงานวิจัย



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

4. ผลการวิจัย

จากการลงพื้นที่เก็บข้อมูลกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกข้าว ตำบลคิ่งตะเกา อำเภอมือเมือง จังหวัดอุดรดิตถ์ พบว่าเป็นกลุ่มที่ผลิตข้าวไรซ์เบอร์รี่ ออร์แกนิก (Organic Rice Berry) ได้รับรองมาตรฐาน GMP และมาตรฐาน PGS ของสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.) มีต้นทุนน้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับการสูบน้ำเพื่อการปลูกข้าวต่อรอบการผลิต จำนวน 18 ลิตรต่อไร่ และมีต้นทุนด้านพลังงานไฟฟ้าสำหรับเครื่องสีข้าวขนาดเล็กขนาด 50 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ซึ่งทางกลุ่มเกษตรกรมีผลผลิตข้าวไรซ์เบอร์รี่ ออร์แกนิก โดยเฉลี่ย 0.6 ตันต่อไร่ หรือต้องใช้เวลาในการสีข้าวจำนวน 12 ชั่วโมงต่อไร่ (ไม่รวมการบรรจุภัณฑ์) ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ต้นทุนการผลิตข้าวไรซ์เบอร์รี่ของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกข้าว ตำบลคิ่งตะเกา จังหวัดอุดรดิตถ์

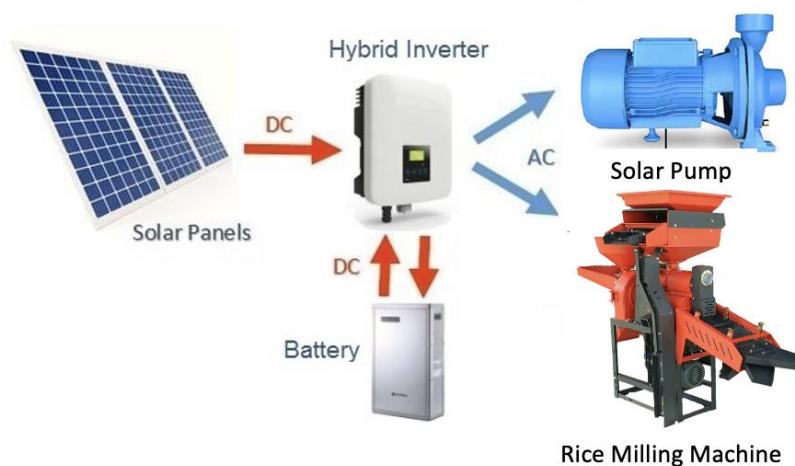
ลำดับที่	กระบวนการ	ปริมาณต่อไร่	ราคาต่อหน่วย*	ต้นทุนต่อไร่
1	การสูบน้ำด้วยเครื่องยนต์เบนซิน	18 ลิตร	44.57 บาท/ลิตร	802.26 บาท
2	เครื่องสีข้าวขนาดเล็ก (มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด ½ Hp)	12 ชั่วโมง (0.373 kWh)	3.248 บาท/หน่วย	14.54 บาท
รวมต้นทุนด้านพลังงาน				816.80 บาท

หมายเหตุ : อ้างอิงราคาน้ำมันเบนซินสูงสุดและค่าไฟฟ้าอัตราปกติเกิน 150 หน่วย ในเดือนพฤศจิกายน 2565



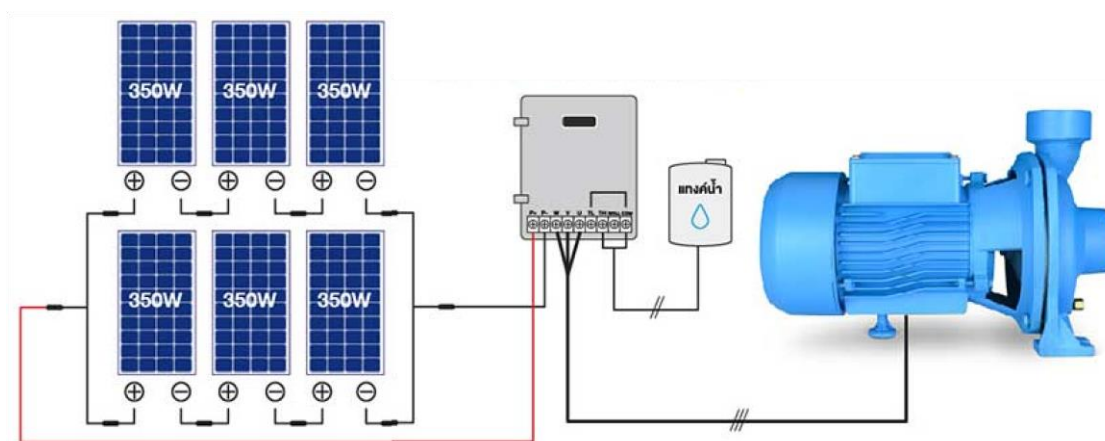
4.1 การพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตและการจัดการพลังงานสะอาดที่เหมาะสมสำหรับชุมชน

การพัฒนาระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานสะอาดเพื่อการเกษตรในงานวิจัยนี้ ได้เลือกแหล่งพลังงานแสงอาทิตย์ เนื่องจากกลุ่มเป้าหมายเป็นเกษตรกรปลูกข้าวในพื้นที่เปิดโล่งที่มีความเหมาะสมในการผลิตไฟฟ้าได้อย่างต่อเนื่อง จากการสำรวจพื้นที่เป้าหมายพบว่า อุปกรณ์ทางการเกษตรที่มีความต้องการในการใช้งานสูงได้แก่ เครื่องสูบน้ำและเครื่องสีข้าวขนาดเล็ก ดังนั้น ในงานวิจัยนี้จึงได้ออกแบบระบบไฟฟ้าที่ใช้แหล่งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับการสูบน้ำและการสีข้าวสำหรับครัวเรือน ดังแสดงในภาพที่ 2



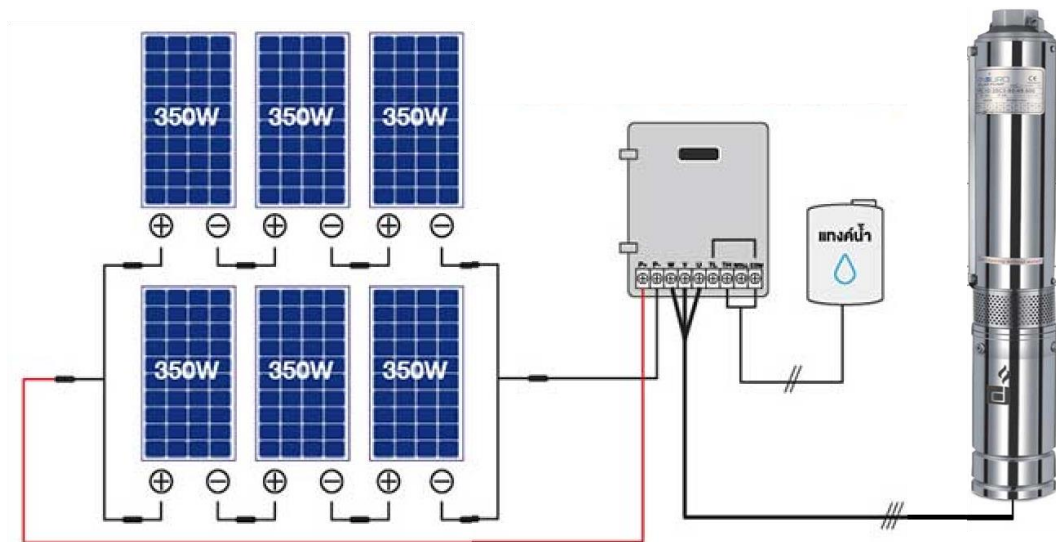
ภาพที่ 2 การออกแบบระบบสูบน้ำและสีข้าวสำหรับครัวเรือนจากพลังงานแสงอาทิตย์

การออกแบบระบบสูบน้ำสำหรับเกษตรกรผู้ปลูกข้าวจะมีรูปแบบการสูบน้ำออกเป็น 2 ลักษณะคือ ระบบการสูบน้ำผิวดินที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่เกษตรที่มีแหล่งน้ำผิวดิน และระบบการสูบน้ำบาดาลที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่เกษตรที่ไม่มีแหล่งน้ำผิวดิน ซึ่งทั้งสองระบบสามารถใช้แหล่งพลังงานสะอาดจากแหล่งเดียวกันได้ โดยอาศัยการออกแบบอุปกรณ์สูบน้ำให้มีขนาดใกล้เคียงกัน ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้ระบบสูบน้ำผิวดินแบบหอยโข่งขนาด 2 นิ้ว ที่มีความสามารถสูบน้ำได้ปริมาณสูงสุด 27,000 ลิตร/ชั่วโมง ซึ่งใช้กำลังมอเตอร์ขนาด 1,500 วัตต์ ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 การออกแบบระบบสูบน้ำผิวดินแบบหอยโข่งขนาด 2 นิ้ว

ส่วนระบบสูบน้ำบาดาลจะใช้มอเตอร์สูบน้ำแบบซับเมอร์สขนาด 2 นิ้ว ที่มีความสามารถสูบน้ำได้ปริมาณสูงสุด 15,000 ลิตร/ชั่วโมง แต่สามารถหย่อนลึกได้ 46 เมตร ซึ่งใช้กำลังมอเตอร์ขนาด 1,500 วัตต์เหมือนกัน ทำให้สามารถใช้แหล่งพลังงานจากโซล่าเซลล์ร่วมกันได้ ดังแสดงในภาพที่ 4



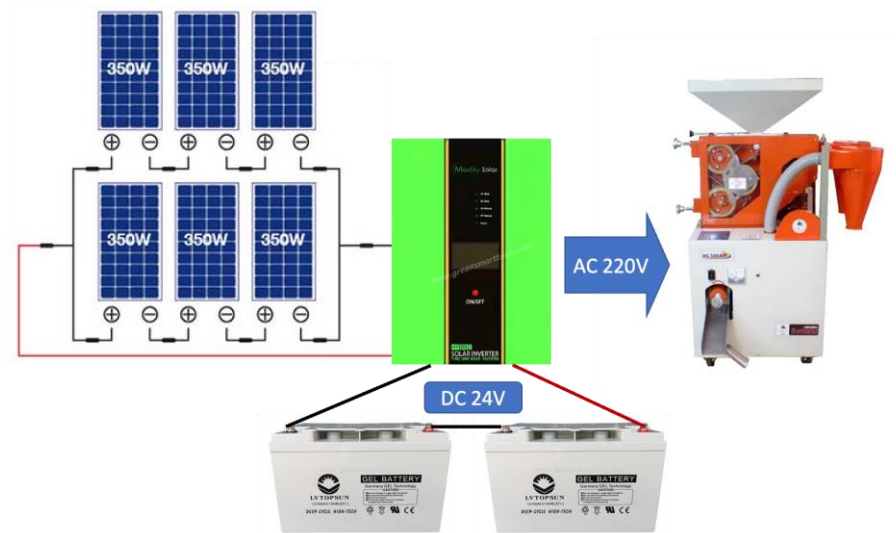
ภาพที่ 4 การออกแบบระบบสูบน้ำบาดาลแบบซับเมอร์สขนาด 2 นิ้ว

ส่วนการออกแบบระบบไฟฟ้าจากพลังงานสะอาดสำหรับเครื่องสีข้าวขนาดเล็ก ทีมผู้วิจัยได้ทำการสอบถามความต้องการของเกษตรกรในชุมชนแล้วพบว่า เกษตรกรต้องการเครื่องสีข้าวขนาดเล็กที่มีความสามารถสีข้าวเปลือกให้เป็นข้าวกล้องได้ เนื่องจากเกษตรกรจะนำไปทำผลิตภัณฑ์ OTOP ของชุมชนที่มีการจำหน่ายข้าวกล้องแบบอินทรีย์ ดังแสดงในภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ผลิตภัณฑ์ OTOP ของชุมชนที่มีการจำหน่ายข้าวกล้องแบบอินทรีย์

เครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็กที่เกษตรกรต้องการใช้ เป็นระบบไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ขนาด 750 วัตต์ และมีเวลาการใช้งานที่ไม่แน่นอน ทีมผู้วิจัยจึงได้เลือกออกแบบระบบอินเวอร์เตอร์สำหรับแปลงไฟฟ้ากระแสตรงเป็นกระแสสลับให้เป็นแบบไฮบริดจ์ เพื่อรองรับการใช้งานที่ไม่แน่นอน สามารถใช้งานได้ตลอดเวลาที่ต้องการ และสามารถใช้กับชุดแผงโซล่าเซลล์ที่ออกแบบกับระบบสูบน้ำ เพื่อเป็นการประหยัดต้นทุนและใช้ประโยชน์ร่วมกัน หากไม่มีแหล่งพลังงานจากแสงอาทิตย์ ระบบอินเวอร์เตอร์แบบนี้ยังสามารถใช้ระบบไฟฟ้าหลักของการไฟฟ้าได้โดยอัตโนมัติ เพื่อป้องกันไม่ให้ระบบการผลิตข้าวกล้องจากเครื่องสีข้าวขนาดเล็กนี้หยุดการทำงานโดยกะทันหัน ดังแสดงในภาพที่ 6



ภาพที่ 6 การออกแบบระบบไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับเครื่องสีข้าวกลึงขนาดเล็ก

4.2 การเผยแพร่องค์ความรู้และเทคโนโลยีด้านพลังงานสะอาดที่ทันสมัย

เพื่อสร้างความเข้าใจรูปแบบการใช้ประโยชน์ของพลังงานสะอาดสำหรับเกษตรกรปลูกข้าวในพื้นที่เป้าหมายได้อย่างทั่วถึง ทีมคณะผู้วิจัยจึงได้พัฒนาต้นแบบสื่อการใช้พลังงานสะอาดในรูปแบบเคลื่อนที่สำหรับถ่ายทอดองค์ความรู้ให้กับเกษตรกรปลูกข้าวในพื้นที่เป้าหมาย เพื่อการนำไปใช้ประโยชน์ในพื้นที่จริง โดยออกแบบให้กำลังขับเคลื่อนของยานยนต์ไฟฟ้าขนาดเล็กอเนกประสงค์สำหรับการเกษตรสามารถลากจูงชุดอุปกรณ์สูบน้ำและเครื่องสีข้าวสำหรับครัวเรือนจากแหล่งพลังงานแสงอาทิตย์ เข้าไปในพื้นที่ทำการเกษตรได้โดยตรง ดังแสดงในภาพที่ 7 สาธิตการใช้งานและการถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกข้าว ตำบลคิ่งตะเกา อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี ดังแสดงในภาพที่ 8



ภาพที่ 7 การสร้างเทคโนโลยีการใช้พลังงานสะอาดในรูปแบบเคลื่อนที่สำหรับเกษตรกรปลูกข้าว



ภาพที่ 8 การถ่ายทอดองค์ความรู้การใช้พลังงานสะอาดให้กับกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกข้าว

5. สรุปและอภิปรายผล

จากการศึกษาวิจัยความคุ้มค่าทางการเงินของการลงทุนพัฒนาเทคโนโลยีพลังงานสะอาดที่เหมาะสมสำหรับชุมชนในช่วงระยะเวลา 10 ปี ของงานวิจัยนี้ พบว่า เทคโนโลยีพลังงานสะอาดนี้ ถูกออกแบบให้มีความสะดวกในการใช้งานในพื้นที่เกษตรกรรมการปลูกข้าวที่มีขนาดใหญ่ จึงทำให้มีต้นทุนในการผลิตที่สูง ทำให้ไม่เหมาะกับการนำไปใช้งานในพื้นที่ขนาดเล็กหรือน้อยกว่า 20 ไร่ เพราะจะทำให้เกิดจุดคุ้มทุนที่มากกว่า 10 ปี เนื่องจากระยะเวลาจะส่งผลให้ประสิทธิภาพการใช้งานของเครื่องจักรลดน้อยลงไป ดังแสดงในตารางที่ 2



ตารางที่ 2 การประเมินจุดคุ้มทุนตามขนาดพื้นที่การใช้งาน

ปีที่	เงินลงทุนเริ่มต้น (บาท)	ต้นทุนด้านพลังงานต่อรอบของการผลิตข้างไรซ์เบอร์รี่ ออร์แกนิก				
		10 ไร่ (8,168 บาท)	15 ไร่ (12,252 บาท)	20 ไร่ (16,336 บาท)	25 ไร่ (20,420 บาท)	30 ไร่ (24,504 บาท)
1	200,000	191,832	187,748	183,664	179,580	175,496
2		183,664	175,496	167,328	159,160	150,992
3		175,496	163,244	150,992	138,740	126,488
4		167,328	150,992	134,656	118,320	101,984
5		159,160	138,740	118,320	97,900	77,480
6		150,992	126,488	101,984	77,480	52,976
7		142,824	114,236	85,648	57,060	28,472
8		134,656	101,984	69,312	36,640	3,968
9		126,488	89,732	52,976	16,220	
10		118,320	77,480	36,640		

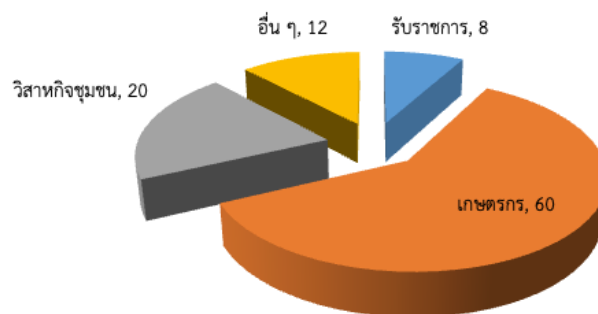
จากตารางการประเมินจุดคุ้มทุนตามขนาดพื้นที่การใช้งานนี้ พบว่า การใช้งานเทคโนโลยีพลังงานสะอาดที่มีขนาดใหญ่ขึ้น ควรมีการจัดสรรการใช้งานในรูปแบบกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้ปลูกข้าวร่วมกัน เพื่อให้เกิดความคุ้มค่าในการใช้งานให้มากที่สุด เนื่องจากพลังงานสะอาดหรือพลังงานแสงอาทิตย์นี้ จะไม่เกิดต้นทุนด้านพลังงานเลย เพราะเป็นสิ่งที่ได้มาฟรีจากธรรมชาติ แต่มีเงื่อนไขด้านเวลาที่มีความไม่แน่นอน

ดังนั้นการบริหารจัดการการใช้งานเทคโนโลยีพลังงานสะอาดในงานวิจัยนี้ ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดนั้น เป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นเช่นกัน เพื่อลดข้อขัดแย้งในการใช้งานและการซ่อมบำรุงตลอดระยะเวลาการใช้งาน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การอบรมให้ความรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับเกษตรกรผู้ปลูกข้าวเกิดความตระหนักและยอมรับเทคโนโลยีสมัยใหม่ เพื่อพัฒนากระบวนการปลูกข้าวให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ลดต้นทุนเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันด้านการตลาดให้มั่นคงและยั่งยืนต่อไป

การสำรวจความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมอบรมและรับการถ่ายทอดเทคโนโลยี จำนวน 25 คน ซึ่งจำแนกตามอาชีพได้ ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 จำนวนและค่าร้อยละของผู้เข้ารับการฝึกอบรม จำแนกตามอาชีพ

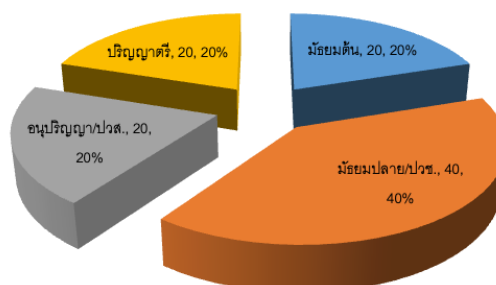
อาชีพ	จำนวนคน	ร้อยละ
รับราชการ	2	8
เกษตรกร	15	60
วิสาหกิจชุมชน	5	20
อื่น ๆ	3	12
รวม	25	100



ภาพที่ 9 กราฟเปรียบเทียบค่าร้อยละของผู้เข้ารับการฝึกอบรม จำแนกตามอาชีพ

ตารางที่ 4 แสดงจำนวนและค่าร้อยละของผู้เข้ารับการฝึกอบรม จำแนกตามระดับการศึกษา

ระดับการศึกษา	จำนวนคน	ร้อยละ
มัธยมต้น	5	20
มัธยมปลาย/ปวช.	10	40
อนุปริญญา/ปวส.	5	20
ปริญญาตรี	5	20



ภาพที่ 10 กราฟเปรียบเทียบค่าร้อยละของผู้เข้ารับการฝึกอบรม จำแนกตามระดับการศึกษา

การวัดระดับค่าพึงพอใจของผู้เข้าร่วมอบรม ใช้วิธีการหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ประเมินผลตัวเลขที่ได้ โดยกำหนดระดับความพึงพอใจ ดังนี้

- ตัวเลข 1 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด
- ตัวเลข 2 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับน้อย
- ตัวเลข 3 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับปานกลาง
- ตัวเลข 4 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับมาก
- ตัวเลข 5 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด



ตารางที่ 5 ระดับความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรม

หัวข้อการประเมิน	ค่าเฉลี่ย $\bar{X}$	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน S.D.	ระดับ ความพึงพอใจ
ด้านกระบวนการ ขั้นตอนการให้บริการ	4.25	0.67	มาก
ประสานงาน แจ้งข่าว			
การถ่ายทอดความรู้ของวิทยากร	4.55	0.61	มาก
สถานที่อบรม อาหาร เครื่องโสต	4.39	0.71	มาก
การนำความรู้ไปใช้	4.20	0.71	มาก
ความเหมาะสมของเนื้อหา	4.23	0.84	มาก
การถ่ายทอดของวิทยากร	4.43	0.61	มาก
ระยะเวลาในการอบรม	4.13	0.71	มาก
ช่วงเวลาที่จัดอบรม	4.16	0.65	มาก
ความคุ้มค่าและประโยชน์ที่ได้	4.22	0.68	มาก

จากข้อมูลในตารางสรุปผลข้อมูลและผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เข้ารับการถ่ายทอดเทคโนโลยีพบว่า ผู้เข้าอบรมมาจากอาชีพที่หลากหลายที่มีความตั้งใจมาศึกษาเรียนรู้การประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยีพลังงานสะอาด เพื่อจะนำไปใช้ลดต้นทุนด้านพลังงานของการสูบน้ำในพื้นที่การเกษตร และการลดค่าไฟฟ้าของเครื่องสูบน้ำของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนของตนเอง มีความพึงพอใจในเรื่องการถ่ายทอดความรู้ของวิทยากรมากที่สุด โดยมีผลความพึงพอใจเฉลี่ย 4.55 อยู่ในเกณฑ์ระดับมาก และมีความพึงพอใจในเรื่องระยะเวลาในการอบรมน้อยที่สุด โดยมีผลความพึงพอใจเฉลี่ย 4.13 แต่ยังอยู่ในเกณฑ์ระดับมาก ซึ่งผู้เข้าอบรมอยากให้มียุทธศาสตร์การอบรมให้มากขึ้น เพราะยังมีความต้องการที่จะนำเทคโนโลยีพลังงานสะอาดไปประยุกต์ใช้กับเครื่องมือทางการเกษตรอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อลดต้นทุนด้านพลังงานในการทำเกษตรให้มากขึ้น

6. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยได้รับทุนอุดหนุนการทำกิจกรรมส่งเสริมสนับสนุนการวิจัยและเทคโนโลยีจากสำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม และสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ ประจำปีงบประมาณ 2565

7. เอกสารอ้างอิง

พันธุ์ทิพย์ นวานุช, บุศรินทร์ ไหมรุ่งโรจน์, พัทธนันท์ สิริโชคตามณี, และพงศพล มหาวิจน์. (2565).

การบริหารจัดการน้ำเพื่อการเกษตรโดยชุมชน. *วารสารวิชาการวิทยาลัยสันตพล*, 8(2), 182-190.

พินิจนันท์ สามาอาพัฒน์ และธนิต เรืองรุ่งชัยกุล. (2558). การประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการเกษตร. *Thai Journal of Science and Technology*, 4(3), 217-226.

- พุทธิ อุลลซุข, วีระพล คงนุ่น, พงศ์เทพ จันทร์สันเทียะ, และยสินทีนิ เอ็มหยวก. (2566). การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้งานระบบสูบน้ำในการเกษตรขนาดเล็ก เพื่อหาแนวทางการลดผลกระทบสิ่งแวดล้อม. ใน *การประชุมสัมมนาวิชาการรูปแบบพลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 16* (น.107-114). กำแพงเพชร: มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร ร่วมกับ สมาคมพลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่งประเทศไทย.
- นิติพัฒน์ จอมมงคล, ประกอบชัย ถมเพชร, พิเชษฐ์ ทานิล, นฤเบศร์ หนูไสเพชร, และกัมพัฒน์ สมประเสริฐ. (2566). การพัฒนารูปแบบผสมผสานการทำงานของเครื่องสูบน้ำและเครื่องเติมออกซิเจนสำหรับแหล่งน้ำผิวดิน โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์. *วารสารวิชาการสมาคมสถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทย (สสอท.)*, 12(1), 37-47.
- วิสาชา ภูจินดา และสิริสุตา หนูทิมทอง. (2556). การบริหารจัดการพลังงานหมุนเวียนเพื่อผลิตพลังงานใช้ใน ระดับชุมชน และระดับครัวเรือน: กรณีศึกษา ชุมชนเกาะพะลวย. *วารสารการจัดการสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืน*, 9(2), 45-64.
- สืบสกุล วัชรินทร์วงศ์, สิตานนท์ เจษฎาพิพัฒน์, และกนกรัตน์ ยศไกร. (2561). ตัวแบบการจัดการพลังงานชุมชนตามแนวทางพุทธเศรษฐศาสตร์. *วารสารสังคมศาสตร์วิชาการ*, 11(1), 147-158.
- สุชาดา สรรพานิช. (2564). กรณีศึกษาการพัฒนาาระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการเกษตรจากแหล่งน้ำบาดาล สำนักงานสภาเกษตรจังหวัดขอนแก่น. *วารสารทหารพัฒนา*, 45(1), 44-56.
- สุพจน์ ทนทาน, รณิดา ปิงเมือง, วรณะ รัตนพงษ์ และนาวัน พรหมใจสา. (2560). การจัดการความรู้เพื่อพัฒนากลยุทธ์การจัดการพลังงานชุมชน ในเขตภาคเหนือตอนบน. *วารสารสังคมศาสตร์วิชาการ*, 10(1), 26-42.
- สุลีกร สุปัน. (2561). *การจัดการพลังงานชุมชนอย่างยั่งยืน : กรณีศึกษาชุมชนนาเหลื่อง อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.
- สำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ. (2561). *แผนแม่บทการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ 20 ปี (พ.ศ.2561-2580)*. กรุงเทพฯ: สทช.
- Evain, C. & Lapègue, J. (2020). *Solar Pumping Guidelines-Electrical design and installation of solar pumps*. Paris: Action contre la Faim.
- Mantri, S. R., Kasibhatla, R. S., & Chennapragada, V. K. B. (2020). Grid-connected vs. off-grid solar water pumping systems for agriculture in India: a comparative study. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, 46(1), 6348-6362. <https://doi.org/10.1080/15567036.2020.1745957>