เครื่องจักตอกเพื่องานหัตถกรรมชุมชนแบบกึ่งอัตโนมัติ

Semi-automatic bamboo-stripes machine for community handicraft

วารุณี ศรีสงคราม[1*] และ วราภรณ์ ลือใจ[1]

Warunee Srisongkram[1*] and Waraporn Luejai[1]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอถึงการสร้างเครื่องจักตอกกึ่งอัตโนมัติแทนการใช้แรงงานคนเพื่อนำไปใช้ในงานหัตถกรรม โดยตัวเครื่องประกอบด้วย ส่วนที่เป็นกลไกในการเหลาหรือจักไม้ไผ่ให้ได้ตามขนาดโดยใช้มู่เลย์ขับสายพานด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า อีกส่วนเป็นระบบการควบคุมวงจรไฟฟ้าให้สามารถทำงานแบบอัตโนมัติและแสดงค่าการใช้พลังงานขณะเครื่องจักรทำงานพร้อมระบบป้องกัน เครื่องมีขนาดกะทัดรัดสะดวกต่อการใช้งานในกลุ่มชุมชนหรือครัวเรือน ผลการทดสอบความสามารถของเครื่องพบว่าเครื่องสามารถจักตอกไม้ไผ่ที่มีความแข็งและผิวที่ต่างกันได้ ได้ความบางของตอกต่ำสุด 1 มิลลิเมตร 1 ครั้ง การทำงานจะได้ตอกออกมา 2 เส้น และสามารถจักตอกได้ไม่น้อยกว่า 200 เส้น ในเวลา 5 นาที โดยสามารถควบคุมการทำงานและดูการแสดงผลค่าต่าง ๆ ทางไฟฟ้าพร้อมมีระบบป้องกันบนตู้ควบคุมอย่างมีประสิทธิภาพ ดังผลการทดลองการจักตอกไม้ไผ่ 3 ประเภทที่ขนาดความยาวเท่ากัน พบค่าเฉลี่ยปริมาณและคุณภาพเส้นตอกที่ได้จากการจักตอกไม่ต่างกัน ดังค่าเฉลี่ยการจักตอกที่ความยาว 60 เซนติเมตร หนา 7 มิลลิเมตร จะได้เส้นตอกปริมาณ 117 เส้นต่อนาที และ 1 ชั่วโมง จะได้มากถึง 7,020 เส้น เมื่อเทียบกับแรงงานคนมีความไวถึง 7 เท่า โดยแรงงานคนทำได้เพียง 1,003 เส้นต่อ 1 ชั่วโมง ซึ่งทำให้เห็นว่าเครื่องจักรนี้สามารถช่วยลดจำนวนคนและเวลาในการทำงานได้และเสียค่าไฟฟ้าต่อเดือนเพียง 356 บาท ต้นทุนการสร้าง 30,000 บาท ใช้ระยะเวลาคืนทุน 15 วัน อีกทั้งผลการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้เครื่องในกลุ่มชุมชนพบว่ามีความพึงพอใจค่าเฉลี่ยโดยรวมที่ดีมาก ($\bar{X}$= 4.90, S.D.=0.09)

คำสำคัญ: เครื่องจักตอกกึ่งอัตโนมัติ งานหัตถกรรมชุมชน การจักไม้ไผ่

Abstract

This research presents to create a thin bamboo-stripes machine instead of using manual labor for the handicraft. The machine consists of the mechanism for making or shaping bamboo to the desired size by using motor to drive a pulley belt, and an electrical control system for automatic controlling and displaying the consumption of electrical energy during working with a safety protection. The machine is compact and convenient for use in community groups or households. The capability results found that this machine could sharp the bamboo which were strong and had different types of bamboo skin. The machine cut the bamboo-stripes to the minimum thickness of 1 mm. Each 1-time operation could produce the bamboo-stripes into 2 pieces and create at least 200 pieces within 5 minutes. The automatic control could be effectively activated, along with the protected system which

[1] คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

[1] Faculty of Engineering and Architecture, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi

[*] Corresponding author. E-mail: warunee.s@rmutsb.ac.th

Received: April 16, 2021; Revised: July 15, 2021; Accepted: August 18, 2021

showed display the energy value on the panel. An experiment was carried out on 3 types of bamboo-stripes, which were the same length. It was found that the average quantity and quality of bamboo-stripes obtained no different. As the results, the bamboo-stripes shaping with a length of 60 cm and a thickness of 7 mm could produce 117 pieces per minute, and 7,020 per hour. The speed was better than the manual labor by 7 times which, the workers could make 1,003 pieces per hour, showing this machine could reduce labor and working time. The electric cost per month is equal to 356 baht and the investment cost is 30,000 baht as well as payback period of 15 days. The satisfaction survey of the user in community groups found that the overall average satisfaction of the machine user was the most satisfaction ($\bar{x}$=4.90, S.D=0.09).

Keywords: semi-automatic bamboo-stripes machine, community handicraft, bamboo-stripes shaping

บทนำ

งานหัตถกรรมจักสานด้วยไม้ไผ่ จัดว่าเป็นงานภูมิปัญญาท้องถิ่นในแต่ละภูมิภาคที่ชุมชนตั้งอยู่ (Withatanang, 2016) โดยประเทศไทยถือว่าเป็นอีกหนึ่งประเทศที่สร้างสรรค์งานหัตถกรรมที่มีความสวยงาม มีความเป็นเอกลักษณ์ ซึ่งสามารถสร้างรายได้ของชุมชนต่อกลุ่มนักท่องเที่ยวเป็นจำนวนมาก อีกทั้งรายได้จากการส่งออกต่างประเทศด้วยนั้น งานหัตกรรมส่วนใหญ่ถูกผลิตขึ้นในแต่ละชุมชุมแต่ละภูมิภาค โดยแต่ละพื้นถิ่นมีอริยธรรมความเป็นอยู่ที่แตกต่างกันไป (Somprajob, 2016) ทำให้ลวดลายในงานหัตถกรรมที่สร้างสรรค์ออกมามีความสวยงามเป็นเอกลักษณ์เฉพาะถิ่น อีกทั้งขั้นตอนการผลิตและการนำไปใช้งานมีประโยชน์ที่ต่างกันไปตามองค์ความรู้และทักษะฝีมือช่างในแต่ละพื้นถิ่น เช่นเดียวกับกลุ่มชุมชนบ้านเขาพระ อำเภอู่ทอง จังหวัดสุพรรณบุรี (Figure 1) ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีรายได้จากงานหัตถกรรม คือ การสานกะแหลว หรือตะกร้าตากะแหลวตามวิถีไทยพวน (DASTA7, 2021) ซึ่งเป็นอัตลักษณ์ของชุมชน และมีการนำไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลายประเภท สำหรับคนในชุมชน กลุ่มนักท่องเที่ยว และผู้ที่สั่งจองจากร้านค้าด้วยนั้น

Figure 1 The handicraft of Thai-Phuen group community in Suphanburi Province.

จากการศึกษาขั้นตอนการทำงานหัตถกรรมพบว่าปัญหากระบวนการผลิตเช่นเดียวกันคือ การจัดเตรียมไม้ไผ่หรือเส้นตอกให้ได้ขนาดและความเหมาะสมในงานหัตถกรรมนั้น ๆ ต้องใช้เวลามาก เพื่อให้ได้เส้นตอกในปริมาณที่ต้องการ จึงทำให้งานหัตถกรรมมีความล่าช้าในการผลิต โดยในปัจจุบันการจักตอกไม้ไผ่ยังคงใช้ภูมิปัญญาพื้นบ้าน ด้วยวิธีการกดมีดให้ผ่านเนื้อไม้และผิวไม้ไผ่ (Figure 2) เพื่อให้ได้เส้นตอกที่มีขนาดตามที่ต้องการสำหรับงานจักสานนั้น ๆ (Pedcharat, Pinijvarasin, & Panin, 2018) โดยปกติต้องใช้แรงงานที่มีความชำนาญในการจักตอก ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะเป็นผู้สูงอายุและใช้แรงงานมากจึงจะได้ปริมาณตอกที่เพียงพอต่องานหัตถกรรม

Figure 2 Bamboo shaping by handmade.

นอกจากการจักตอกด้วยมือ บางแหล่งยังมีการนำเครื่องทุนแรงมาใช้ร่วม เช่นเครื่องผ่าไม้ไผ่ (Konpituk, 2014) แต่ยังคงต้องพึ่งการจักไม้ไผ่ด้วยแรงงานคนร่วม ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างเครื่องจักตอกแบบกึ่งอัตโนมัติ โดยใช้เทคโนโลยีการควบคุมแบบพื้นฐาน ให้เหมาะสมกับงานในชุมชน เพื่อให้ได้ปริมาณเส้นตอกตามขนาดที่ต้องการใช้ในงานหัตถกรรมแต่ละรูปแบบ โดยออกแบบตัวเครื่องให้มีความแข็งแรง กะทัดรัด และเคลื่อนย้ายง่าย โดยมีการใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาดเล็กเป็นตัวขับเคลื่อนมู่เล่ย์และส่งกำลังด้วยสายพานพร้อมระบบฟันเฟืองทางกลภายใน อีกทั้งยังมีระบบการควบคุมทางไฟฟ้าโดยสามารถแสดงค่ากระแสและกำลังไฟฟ้าในการใช้งานระบบการป้องกันเพื่อความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน โดยนำไปทดลองกับกลุ่มงานหัตถกรรมวิสาหกิจชุมชนบ้านเขาพระ อำเภออู่ทอง จังหวัดสุพรรณบุรี เพื่อประเมินผลความพึงพอใจต่อการใช้เครื่องจักรโดยคาดหวังอยู่ในเกณฑ์ที่ดี

วิธีการศึกษา

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (experimental research) (Phengsawat, 2014) และแบบมีส่วนร่วม (participatory action research) (Choosong, & Siriruk, 2014) เพื่อให้เกิดนวัตกรรมต้นแบบในการสร้างเครื่องมือประกอบอาชีพในการดำรงชีวิต โดยงานวิจัยนี้ได้ดำเนินการสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องมือทางวิศวกรรม จากนั้นจึงนำเครื่องมือไปทดลองใช้ในกลุ่มงานหัตถกรรม ชุมชนบ้านเขาพระ อำเภออู่ทอง จังหวัดสุพรรณบุรี ซึ่งจัดเป็นกลุ่มทดลอง (experimental group) ตามวิธีการดำเนินการวิจัยดัง (Figure 3)

1. ข้อมูลเบื้องต้นจากการศึกษา

1.1 ไม้ไผ่เพื่องานจักสาน

ไม้ไผ่ที่พบในประเทศไทยและนิยมนำมาใช้ในงานหัตถกรรมจักสานได้แก่ ไม้ไผ่สีสุก ไผ่ซาง ไผ่รวก ไผ่ไร่ ไผ่ผาก ไผ่เฮี้ยะ ไผ่เลี้ยงและอื่น ๆ (SACICT, 2020) ซึ่งไม้ไผ่แต่ละชนิดมีการเพาะปลูกหรือขึ้นตามแหล่งธรรมชาติในพื้นที่ ที่มีความสมบูรณ์ที่ต่างกันทำให้เนื้อไม้ไผ่มีคุณสมบัติต่างกัน (Phuangchik, 2015) ด้วยการวิจัยนี้มีความตั้งใจสร้างเครื่องมือให้กับชุมชม

บ้านเขาพระ อำเภออู่ทอง จังหวัดสุพรรณบุรี ดังนั้น งานจักสานส่วนใหญ่ได้เลือกใช้ไม้ไผ่ 3 ชนิด คือ ไผ่สีสุก ไผ่ซางนวล และไผ่เลี้ยง ซึ่งเป็นไผ่ที่มีขึ้นท้องถิ่นและจังหวัดใกล้เคียง โดยไม้ไผ่ดังกล่าวมีคุณสมบัติดังนี้

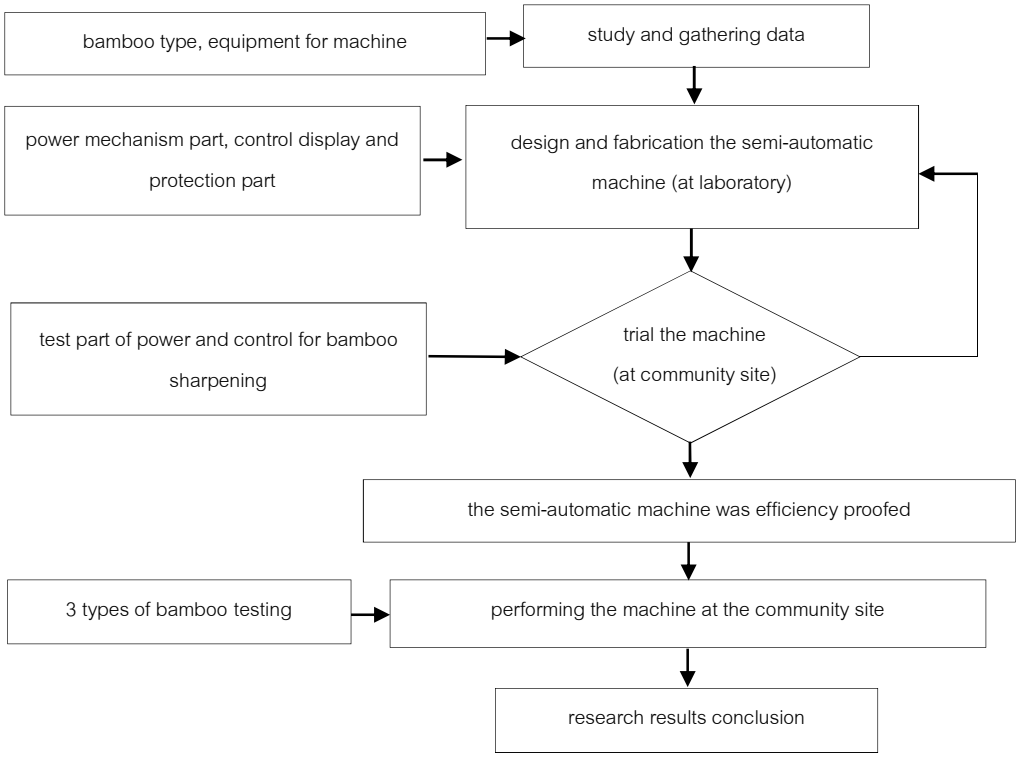

Figure 3 Flowchart diagram of the research process.

ไผ่สีสุก (*Bambusa blumeana*) (Wikipedia, 2020) กระจายพันธุ์ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เป็นไผ่ลำต้นสูง 10-18 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 8-12 เซนติเมตร ลำแข็ง ผิวเรียบเป็นมัน ข้อไม่พองออก มีกิ่งมากแตกตั้งฉากกับลำต้น เนื้อไม้ไผ่มีความหนาเป็นไผ่ที่มีคุณค่าในการจัดสานได้ทุกชนิดตั้งแต่ กระบุง ตะกร้า ตะแกรง เป็นต้น อีกทั้งยังสามารถนำมาทำโครงสร้างเครื่องเรือนไม้ไผ่ เพราะเนื้อไม้ไผ่ค่อนข้างเหนียวทนทาน

ไผ่ซาง ซางนวล หรือซางดอย (*Dendrocalamus membranaceus* Munro) (Suansombut, 2016) จัดเป็นไผ่ที่นิยมปลูกกันมาก และพบมากในป่าทางภาคเหนือของประเทศไทย ลำปล้องของไผ่ซางนวลจะตรงเรียวยาวมีสีเทาขาวเนียนสวยงามไม่มีขน ขนาดโตเต็มที่จะมีขนาด 4-6 นิ้ว ความสูงของลำต้น 20-25 เมตร เนื้อไม้หนา 1-3 เซนติเมตร ไผ่ซางนวลจะดูแลง่าย สามารถตัดลำขาย นำไปแปรรูปได้สารพัดชนิด เช่น ทำไม้ค้างก่อสร้าง ทำตะเกียบ ไม้เสียบอาหาร ทำเฟอร์นิเจอร์ ทำเครื่องจักสาน

ไผ่เลี้ยง (*Bambuco multiplex*) (Wikipedia, 2020) เป็นสายพันธุ์ของไผ่ มีถิ่นกำเนิดในเนปาล

ภูฏาน รัฐอัสสัม ศรีลังกา ไต้หวัน เป็นต้น มีลักษณะลำต้นตรง เนื้อหนา จึงเหมาะสำหรับใช้ทำบันได โป๊ะ หลักไม้ งานหัตถกรรม และใช้ทำเฟอร์นิเจอร์ อีกทั้งหน่ออ่อนก็ใช้บริโภค เป็นไผ่ขนาดกลาง ลำต้นตรง สีเขียวเข้ม ไม่มีหนาม เนื้อลำหนา เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3-7 เซนติเมตร สูง 8-12 เมตร หน่อสีเขียวอมเหลือง ไม่มีขนที่กาบใบ ต่างกับไผ่รวกที่มีขนาดใกล้เคียงกัน

ดังนั้นในการทดลองนี้ได้มีการคัดเลือกไม้ไผ่ 3 ชนิดดังกล่าว ที่มีลำต้นตรง ปล้องยาว ไม่มีแมลงเจาะ อายุประมาณ 2-3 ปี ตัดทิ้งไว้ 5-10 วันเพื่อให้น้ำในไม้ไผ่ระเหยไปบางส่วน และง่ายต่อการจักตอกด้วยเครื่องอีกทั้งจะทำให้ได้ตอกที่มีคุณภาพต่องานจักสาน

1.2 อุปกรณ์เครื่องจักตอกภาคกำลัง

ด้วยไม้ไผ่ที่ต้องเข้าไปยังเครื่องจักตอกมีความแข็งและผิวที่ต่างกัน ดังนั้นการเลือกอุปกรณ์จึงต้องใช้วัสดุหรือกลไกที่มีความแข็งแรง เช่น ใบมีดจักตอกทำหน้าที่ผ่าเส้นตอกของไม้ไผ่ที่ต้องการนำมาใช้งานตามความเหมาะสม (คุณสมบัติของใบมีดจักตอกเป็นเหล็กชนิดพิเศษ เรียกว่า “เหล็กสปริง” มีความยืดหยุ่น ไม่เปราะหรือหักได้ง่าย ทำมาจากเหล็กคาร์บอนปานกลางที่ชุบแข็ง) (Paengteerasukkamai, 2009) รวมทั้งลูกกลิ้งลำเลียงทำหน้าที่ผลักไม้ไผ่ให้เข้ากับชุดใบมีด ในส่วนตัวลูกกลิ้งจะมีการกัดลายเพื่อให้บีบไม้ไผ่ที่มีขนาดใหญ่ให้ตรงกับร่องของใบมีด

อุปกรณ์ที่สำคัญในการส่งกำลังคือ มอเตอร์ไฟฟ้าทำหน้าที่ขับมู่เลย์ของชุดส่งให้กับมู่เลย์ของชุดรับ โดยใช้สูตรการเลือกมอเตอร์ในเครื่องจักรตอกนี้ตามการคำนวณ ดังสมการ (1) (Thungjoho, Panomsangasang, & Inkhai, 2020)

แรงบิดที่แกนเพลาของโรเตอร์	:	$T_{sh} = F.r$	(0.12 × 20 = 2.40 N.m)	
กำลังเอาต์พุตของมอเตอร์	:	$P_o = \omega_r T_{sh}$	(152.36 × 2.40 = 365.66 Watt)	(1)
1 แรงม้า เท่ากับ 746 วัตต์	:	แรงม้า = $\frac{P_o}{746}$	(365.66/746 = 0.49 hp)	

1.3 อุปกรณ์เครื่องจักตอกภาคควบคุม

การควบคุมการเลือกใช้วิธีควบคุมแบบกึ่งอัตโนมัติ (semi-automatic control) เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งานของชุมชน จะใช้สวิตช์ปุ่มกด (push button) ที่สามารถควบคุมระยะไกล (remote control) ได้ซึ่งมักจะต่อร่วมกับสวิตช์แม่เหล็ก (magnetic switch) ที่จ่ายกระแสจำนวนมาก ๆ ให้กับมอเตอร์แทนสวิตช์แบบธรรมดา ซึ่งสวิตช์แม่เหล็กนี้อาศัยผลการทำงานของแม่เหล็กไฟฟ้า โดยวงจรการควบคุมมอเตอร์กึ่งอัตโนมัตินี้จะอาศัยผู้ควบคุมกดสวิตช์จ่ายไฟให้กับสวิตช์แม่เหล็กซึ่งสวิตช์แม่เหล็กจะดูดให้หน้าสัมผัสแตะกันและจ่ายไฟไปยังมอเตอร์ และเมื่อต้องการหยุดมอเตอร์จะอาศัยผู้ควบคุมกดสวิตช์อีกเช่นเดิม จึงเรียกการควบคุมแบบนี้ว่าการควบคุมแบบกึ่งอัตโนมัติ ซึ่งรวมไปถึงการออกแบบหลอดแสดงสัญญาณและการเพิ่มจอแสดงผลเพื่อให้ง่ายต่อผู้ควบคุมการทำงานได้ด้วยนั้น

2. การสร้างและแสดงความสามารถของเครื่องจักตอกกึ่งอัตโนมัติ

ขอบเขตการดำเนินงาน เครื่องจักตอกสามารถจักตอกจากไม้ไผ่ได้ทุกประเภท มีความบางของไม้ไผ่

ต่ำสุดไม่น้อยกว่า 1 มิลลิเมตร ความยาวไม่น้อยกว่า 100 เซนติเมตร สามารถจักตอกด้วยความไวกว่าคนทำงานมากกว่า 5 เท่าต่อ 1 ชั่วโมง มีระบบการควบคุมสั่งการแบบกึ่งอัตโนมัติพร้อมสัญญาณแสดงการทำงานบนชุดควบคุม

2.1 การออกแบบเครื่องจักตอกกึ่งอัตโนมัติภาคกำลัง

เครื่องจักตอกมีขนาด กว้าง (60) × ยาว (45) × สูง (85) เซนติเมตร โดยมีส่วนประกอบต่าง ๆ ดังนี้ 1) ใบมีดจักตอกเพื่อใช้เฉือนหรือเหลาไม้ไผ่ 2) ลูกกลิ้งลำเลียงไม้ไผ่ 3) สปริงเพื่อทำการปรับตั้งใบมีดในการจักตอกให้ได้ขนาด 4) รางประคองไม้ไผ่และระบบกลไกการขับเคลื่อนภายในคือ 5) โซ่ 6) มอเตอร์ไฟฟ้า 7) มู่เลย์มอเตอร์ 8) มู่เลย์ขับสายพาน 9) เฟืองขับมู่เลย์ 10) ตลับลูกปืน 11) เพลา และ 12) ชุดเฟืองขับโซ่ ดัง (Figure 4)

ผลการทดสอบความสามารถของเครื่องจักตอกภาคกำลัง พบว่าอุปกรณ์ที่ติดตั้งภายในสามารถใช้จักตอกไม้ไผ่ที่มีคุณสมบัติต่างกันได้ จากการทดลองไม้ไผ่ 3 ชนิด คือ ไม้ไผ่ซางนวล ไผ่สีสุก และไผ่เลี้ยง เครื่องสามารถจักตอกความบางต่ำสุด 1 มิลลิเมตร ในเวลา 5 นาที สามารถจักตอกได้น้อยกว่า 200 เส้น ไม่ต่างกัน และเครื่องสามารถสอดไม้ไผ่ที่มีความยาวมากกว่า 100 เซนติเมตร ตามที่งานหัตถกรรมต้องการ ดัง (Figure 5)

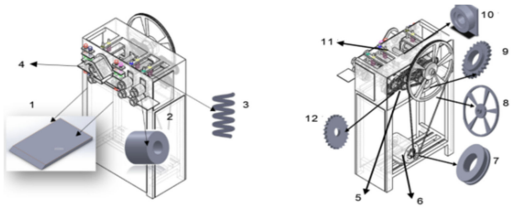

Figure 4 Mechanisms and components of bamboo-stripes machine.

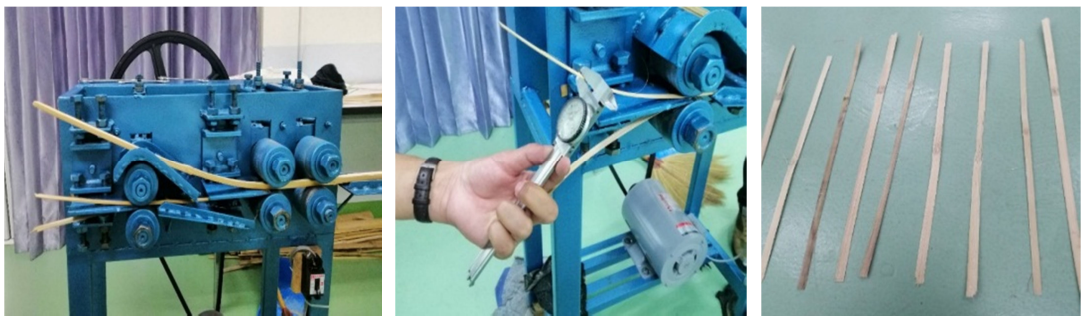

Figure 5 Power efficiency testing of the machinery.

2.2 การออกแบบเครื่องจักตอกกึ่งอัตโนมัติภาคควบคุม

ระบบการควบคุมนี้ ดัง (Figure 6) ได้ออกแบบเพื่อให้ง่ายต่อการใช้งานและการซ่อมบำรุงด้วยบุคคลากรในชุมชนเอง ด้วยอุปกรณ์รีเลย์ไฟฟ้า (magnetic contractor: K1) ซึ่งสามารถสั่งการและควบคุมการทำงานกลไกภายในเครื่องได้ด้วยสวิตช์ภายนอก (push button switch: S1, S2) บนชุดควบคุม ระบบไฟฟ้ามีหลอดแสดงสัญญาณการทำงานแต่ละสภาวะ (lamp display: H1, H2) พร้อมแสดงค่ากระแส

ค่ากำลังไฟฟ้า (power monitoring) ขณะใช้เครื่องจักตอก มีอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้ารั่ว (CB1) กระแสและเกิน (overload: H3) เพื่อช่วยให้เกิดความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน (Thungjoho, Panomsangasang, & Inkhai, 2020)

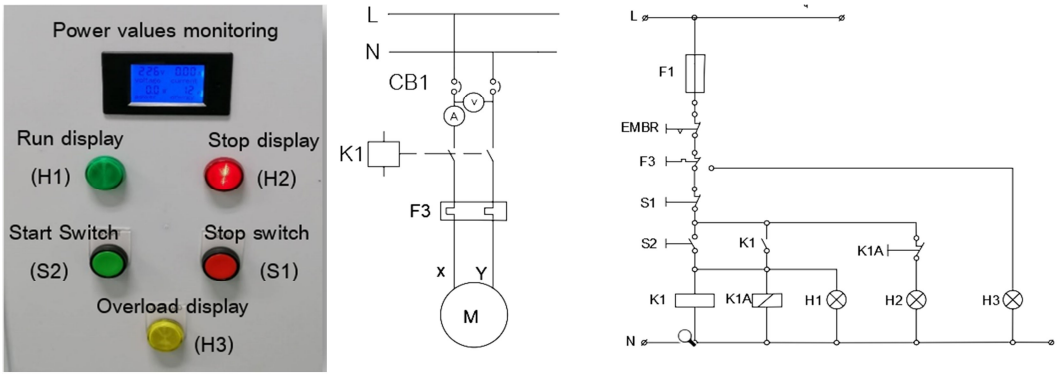

Figure 6 Machine control panel and diagram.

ผลการทดสอบความสามารถของเครื่องจักตอกภาคควบคุม โดยชุดควบคุมสามารถสั่งการทำงานของมอเตอร์ภายในพร้อมหลอดแสดงสัญญาณทำงานตามสภาวะต่าง ๆ ได้ โดยอุปกรณ์ตัดต่อพร้อมอุปกรณ์ป้องกันทำงานตามสภาวะเงื่อนไขที่อาจเกิดขึ้นได้ในระบบจริง ค่ากระแส แรงดัน และกำลังไฟฟ้าสามารถแสดงผลได้บนหน้าจอตามการทำงานจริงของเครื่องจักตอก (Figure 7)

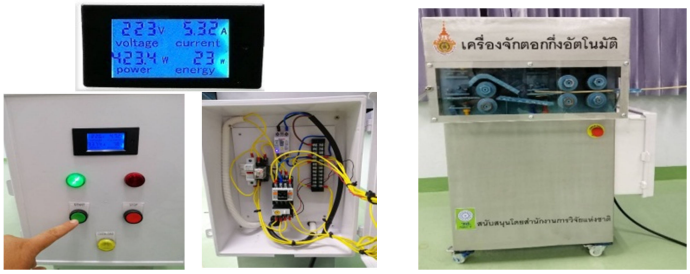

Figure 7 Controller capability testing of the machinery.

ผลการศึกษาและอภิปรายผล

ผลการศึกษาพร้อมการอภิปรายในการวิจัยแบ่งออกเป็น 4 ประเด็นคือผลการทดสอบการจักตอกไม้ไผ่ในงานหัตถกรรมชุมชนจากไม้ไผ่ 3 ประเภทที่ใช้งานหัตถกรรมต่าง ๆ คือ ไม้ไผ่สีสุก ไม้ไผ่ซางนวลและไม้ไผ่เลี้ยง ให้ได้ความบางไม้ไผ่ที่ต่ำสุด 1 มิลลิเมตร พร้อมวัดความสมบูรณ์เส้นตอกที่ได้โดยทดลองด้วยคนในชุมชน (Figure 8) ประเด็นที่ 2

การคำนวณค่าใช้จ่ายตามค่าการวัดผลการใช้พลังงานจากเครื่องจักตอกกึ่งอัตโนมัติ ประเด็นที่ 3 การคำนวณระยะเวลาการคืนทุนของการใช้เครื่องจักร และประเด็นที่ 4 เป็นผลการประเมินผลความพึงพอใจของชุมชนในการใช้เครื่องจักตอกในการทำงาน

Figure 8 The experimental semi-automatic bamboo-stripes machinery at the community.

1. ผลการทดลองการจักตอกด้วยเครื่องจักตอกกึ่งอัตโนมัติ

เงื่อนไข ใช้ไม้ไผ่ 3 ชนิด ไผ่เลี้ยง (bamboo 1) ไผ่ซางนวล (bamboo 2) และไผ่สีสุก (bamboo 3) จำนวน 26 ท่อน ขนาดความยาว 120 เซนติเมตร และไม้ไผ่จำนวน 60 ท่อน ยาว 60 เซนติเมตรที่มีความหนาเท่ากัน 1.40 เซนติเมตร ทำการจักตอกให้ได้ขนาด 1 มิลลิเมตร ภายในเวลา 5 นาที (เครื่องสามารถปรับขนาดของตอกที่แตกต่างกันได้จากการปรับตั้งลูกกลิ้งในตัวเครื่อง) ทำการทดลอง 3 ครั้ง โดยความสามารถของเครื่อง การจักตอก 1 ครั้ง จะได้เส้นตอกออกมาจำนวน 2 เส้น และนำไม้วนกลับไปเริ่มใหม่

1.1 ผลการจักตอกไม้ไผ่ 3 ชนิด ความยาว 120 เซนติเมตร ในเวลา 5 นาที พบว่า ไม้ไผ่เลี้ยงสามารถจักตอกได้เส้นตอกที่มีคุณภาพหรือสมบูรณ์ จำนวนมากสุด คือ 277 เส้น จากจำนวน 336 เส้น และเส้นไม่สมบูรณ์ (เส้นตอกไม่ได้ขนาด ไม่เรียบหรือขาด) จำนวน 59 เส้น รองมาไม้ไผ่ซางนวล ได้ 217 เส้น และไผ่เลี้ยง ได้ 259 เส้น สุดท้ายคือ ไม้ไผ่สีสุก โดยเฉลี่ยทั้ง 3 ชนิด จะได้เส้นตอกจำนวน 269 เส้น ผิดพลาด 67 เส้น ต่อ 5 นาที ดังนั้นถ้าคิดเฉลี่ยการทำงานของเครื่องจักตอก โดย 1 วินาที จะได้เส้นตอกที่สมบูรณ์จำนวน 1 เส้น แต่ถ้าจับเวลาการทำงานของเครื่อง 1 ครั้ง การสอดไม้ไผ่เข้าไปจะได้ใช้เวลา 0.90 วินาทีต่อการได้เส้นตอกจำนวน 2 เส้นที่ความยาวไม้ไผ่ 120 เซนติเมตร ดัง (Table 1)

1.2 ผลการจักตอกไม้ไผ่ 3 ชนิด ความยาว 60 เซนติเมตร ในเวลา 5 นาที พบว่าค่าเฉลี่ยของการได้เส้นตอกจากการจักตอกไม้ไผ่ทั้ง 3 ชนิด ได้ปริมาณจำนวนไม้ไผ่เส้นที่สมบูรณ์เฉลี่ยเท่ากับ 583 เส้น และไม่สมบูรณ์ 97 เส้น ในเวลา 5 นาที และยังคงพบว่าไม้ไผ่ที่มีค่าผิดพลาดจากการจักตอกน้อยสุด คือ ไม้ไผ่เลี้ยง (bamboo 1) รองมาคือไผ่ซางนวล (bamboo 2) และ ไผ่สีสุก (bamboo 3) ตามลำดับ เช่นเดียวกับการจักตอกที่ความยาว 120 เซนติเมตร เมื่อคิดเฉลี่ยการทำงานของเครื่องจักตอกที่ 1 วินาที ได้เฉลี่ย 2 เส้นที่สมบูรณ์ แต่ถ้าจับเวลาการทำงานของตัวเครื่อง 1 ครั้ง การสอดไม้ไผ่เข้าไปจะใช้เวลา 0.50 วินาทีต่อการได้เส้นตอกออกมาจำนวน 2 เส้น โดยใช้ความยาวไม้ไผ่ 60 เซนติเมตร ดัง (Table 2)

จากผลการทดลองการจักไม้ไผ่ทั้ง 3 ชนิด พบว่าการจักตอกไม้ไผ่ที่มีคุณสมบัติของไม้ไผ่ที่ต่างกันทำให้ได้ปริมาณคุณภาพหรือความสมบูรณ์ของเส้นตอกที่ต่างกัน (Table 1) โดยพบว่าค่าเฉลี่ยปริมาณไม้ไผ่เลี้ยงได้เส้นตอกที่ดี สูงสุดร้อยละ 78.74 รองมาคือไผ่ซางนวลที่ร้อยละ 76.10 และไผ่สีสุกน้อยสุดคือ 70.60 ซึ่งได้ผลเช่นเดียวกับการทดลองการจักตอก

ไม้ไผ่ที่ความยาวมากกว่าใน (Table 2) ทั้งนี้เป็นผลจากคุณสมบัติของเนื้อไม้ไม้ไผ่ที่มีความยืดหยุ่นต่างกัน ดังผลการวิจัยสอดคล้องกับการวิจัยคุณสมบัติของเยื้อไผ่ที่กล่าวถึงไม้ไผ่เลี้ยงจะมีเยื้อไผ่ที่มีค่าดัชนีการต้านทานต่อแรงดึง แรงฉีกขาด แรงดันทะลุ และความแข็งแรงต่อการหักพับที่ดีกว่าไผ่ซางนวล (Eamchuen, Pisuttipiched, & Puangsin, 2020) แต่ถึงอย่างไรค่าเฉลี่ยของการใช้ไม้ไผ่ที่ต่างกันโดยรวมยังอยู่ในเกณฑ์ปริมาณที่ได้เส้นตอกที่สมบูรณ์โดยรวมที่ดีกว่าการใช้แรงงานคนทำ ซึ่งความต้องการเครื่องจักรนี้มีความสอดคล้องกับการวิจัย (Pedcharat, Pinijvarasin, & Panin, 2018)

Table 1 The experimental results of bamboo sharpening by machine for 3 type of bamboo at length of 120 cm.

	bamboo 1			bamboo 2			bamboo 3		
	accept	reject	error	accept	reject	error	accept	reject	error
1st	270	66	24.44	265	71	26.79	252	84	33.33
2nd	273	63	23.08	271	65	23.99	260	76	29.23
3rd	289	47	16.26	277	59	21.30	267	69	25.84
average	277.30	58.67	21.26	271	65	23.99	259.67	76.33	29.40

Where, bamboo 1 is Bambuco multiplex, bamboo 2 is *Dendrocalamus membranaceus*, and bamboo 3 is *Bambusa blumeana*.

Table 2 The experimental results of bamboo sharpening by machine for 3 type of bamboo at length of 60 cm.

testing no.	bamboo 1			bamboo 2			bamboo 3		
	accept	reject	error	accept	reject	error	accept	reject	error
1st	600	80	13.33	565	115	20.35	550	130	23.64
2nd	610	70	11.48	583	97	16.64	565	115	20.35
3rd	612	68	11.11	599	81	13.52	566	114	20.14
average	607.33	72.67	11.97	582.33	97.67	16.77	560.33	119.67	21.36

กรณีการได้ปริมาณเส้นตอกจากการจักไม้ไผ่ที่ต่างกันใน (Table 1-2) พบว่า ไม้ไผ่ที่สั้นกว่าจะใช้เวลาสั้นกว่าในการทำงาน โดยค่าเฉลี่ยที่พบการจักตอก 1 ครั้ง จะใช้เวลาเฉลี่ย 0.50 วินาทีของความยาวไม้ไผ่ที่ 60 และ ที่ขนาดความยาว 120 เซนติเมตร จะใช้เวลาถึง 0.90 วินาที โดยพบว่าการจักตอกไม้ไผ่ที่ความความยาวต่างกันที่ความเร็วของเครื่องจักรเท่ากันเป็นผลทำให้มีโอกาสได้เส้นตอกที่เสียมากกว่า พบว่าค่าเฉลี่ยไม้ไผ่ที่ไม่สมบูรณ์เท่ากับ ร้อยละ 24.88 ของความยาว120 เซนติเมตร แต่ความยาวที่ 60 เซนติเมตรพบเพียงร้อยละ 14.92 ด้วยเหตุนี้แสดงให้เห็นการใช้เครื่องจักรตอกนี้ควรทำการปรับตั้งค่าความเร็วของชุดกำลังขับ การลำเลียงหรือดึงไม้ไผ่ของลูกกลิ้งให้มีความเหมาะสมต่อชนิดและความยาวไม้ไผ่ด้วยนั้น

2. การคำนวณค่าใช้จ่ายจากผลการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องจักตอกกึ่งอัตโนมัติ

จากการวัดค่ากำลังไฟฟ้าขณะใช้งานเครื่องจักตอก พบว่าหน้าจอแสดงผลค่าแรงดันไฟฟ้าที่ 223 โวลต์ ค่ากระแสไฟฟ้า 5.32 แอมป์ และค่ากำลังไฟฟ้า 423.40 วัตต์ ถ้าเครื่องจักตอกทำงานนาน 8 ชั่วโมง

ต่อวัน จะใช้กำลังไฟฟ้าที่ 3.387 กิโลวัตต์ (423.4 วัตต์×8 ชั่วโมง) โดยคำนวณจากค่าไฟฟ้าหน่วยละ 3.50 บาท ตามอัตราปกติ ประเภทที่อยู่อาศัย โดยคิดค่าใช้จ่ายต่อวันเท่ากับ 11.85 บาท (3.387 กิโลวัตต์×3.50 บาท) เมื่อทำการคำนวณ 1 เดือน จะเสียค่าไฟฟ้าเท่ากับ 356 บาท (11.85 บาท×30 วัน) ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยเรื่องการผ่าไม้ไผ่ (Konpituk, 2014) ที่สามารถลดอัตราค่าใช้จ่ายในการใช้เครื่องจักรแทนแรงงานคนต่อเดือนได้เป็นอย่างดี

3. การคำนวณระยะเวลาการคืนทุนของการใช้เครื่องจักร

- ถ้าจักตอกด้วยมือ 1 ชั่วโมง ได้ตอกจำนวน 1,003 เส้น ถ้า 1 วัน ได้ 8,024 เส้น จ่ายค่าแรง 300 บาท

- ถ้าใช้เครื่องจักตอก 1 ชั่วโมง ได้ตอกจำนวน 7,020 เส้น ถ้า 1 วัน ได้ 56, 160 เส้น ลงทุน 30,000 บาท

- ถ้าจ้างคนในจำนวนเงิน 30,000 บาท ต้องใช้เวลา 100 วัน และทำตอกได้จำนวน 802, 400 เส้น (8,024×100)

- แต่ถ้าใช้เครื่องทำ ตอกจำนวน 802,400 เส้น จะใช้เวลาประมาณ 14 วัน (802,400/56,160)

จากผลการคำนวณค่าใช้จ่ายการใช้พลังงานไฟฟ้าและระยะเวลาการคืนทุนพบว่าเครื่องจักรนี้สามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายด้วยการลดจำนวนคนและเวลาในการทำงานได้มาก ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยเรื่องการผ่าไม้ไผ่ด้วยเครื่องจักร (Konpituk, 2014) ที่สามารถลดแรงงานคนแรงเวลาได้มาก เมื่อเทียบปริมาณงานที่ได้กับแรงงานคนทำ 100 วัน เครื่องจักรมีความไวถึง 7 เท่า โดยมีอัตราเสียค่าไฟฟ้าต่อเดือนละ 356 บาท ต้นทุนการสร้าง 30,000 บาท ใช้ระยะเวลาคืนทุน 15 วัน

4. การประเมินผลความพึงพอใจของชุมชน

การประเมินความพึงพอใจ ด้วยแบบสอบถามโดยวิธีการสัมภาษณ์ ผู้ใช้งานเครื่องจักตอกกึ่งอัตโนมัติและผู้ประดิษฐ์งานหัตถกรรมในชุมชน จำนวน 10 คน แบ่งเป็น 3 ด้าน คือ ด้านความเหมาะสมของเครื่องจักร ด้านความปลอดภัย และด้านความคุ้มค่าและคุ้มทุน โดยมีระดับคะแนน น้อยที่สุดจนถึงมากที่สุด (1-5 คะแนน) ด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติในค่าความถี่ ค่าเฉลี่ย และค่าสวนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดัง (Table 3)

Table 3 The satisfaction evaluation result of the bamboo-stripes machine for community handicraft.

satisfaction	mean	S.D.	satisfaction levels
1. the suitability of the machine	4.77	0.27	most
1.1 an increasing convenience of the bamboo sharpening	5.00	0.00	most
1.2 the working suitable for community	5.00	0.00	most
1.3 the productivity increasing ability from previous process	4.78	0.43	most
1.4 the using easier than previous process	4.28	0.67	more
2. the safety of machine operation	5.00	0.00	most
the machine operating without incident	5.00	0.00	most
3. the break event point and valuable	5.00	0.00	most
the machine contributes to utilize resource as valuable and effectiveness	5.00	0.00	most
total	4.92	0.09	most

ผลการประเมินความพึงพอใจพบว่า ด้านความปลอดภัยและด้านความคุ้มค่าและคุ้มทุนต่อเครื่องจักรผู้ใช้งานให้ผลประเมินมากที่สุด ($\bar{x}$=5.00) รองมาคือด้านความเหมาะสมของเครื่องจักร ($\bar{x}$ =4.77) และค่าความพึงพอใจเฉลี่ยรวมได้ผลมากว่าที่คาดหวัง ในระดับที่ดีมาก ($\bar{x}$=4.90, S.D=0.09) และจากผลการตอบรับของชุมชน กล่าวถึงเครื่องจักรนี้สามารถช่วยชุมชมให้สามารถอนุรักษ์ภูมิปัญญาไทยในงานหัตกรรม (Figure 9) ให้สามารถทรงคุณค่าสืบทอดคนรุ่นต่อไปได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยการสร้างนวัตกรรมระหัดวิดน้ำจากภูมิปัญญาท้องถิ่น (Wiwattanachang, Vichalai, Jantasuto, & Youngsukasem, 2017)

Figure 9 The handicraft productivity from semi-automatic bamboo-stripes machinery.

สรุป

การวิจัยนี้ได้ดำเนินการสร้างเครื่องจักตอกแบบกึ่งอัตโนมัติเพื่อแทนการใช้แรงงานคนจำนวนมาก และให้ได้ปริมาณการผลิตเส้นตอกจากไม้ไผ่ทันต่อความต้องการใช้ในงานหัตถกรรมชุมชน โดยเครื่องจักตอกกึ่งอัตโนมัตินี้ได้สร้างขึ้น โดยบูรณาการองค์ความรู้ศาสตร์ทางวิศวกรรมร่วมกับวิธีการวิจัยเชิงทดลอง จึงทำให้ได้เครื่องจักรที่ใช้งานได้แบบพื้นฐาน มีความแข็งแรง ซ่อมแซมง่าย และปลอดภัยต่อผู้ใช้งานของคนในชุมชน จากผลการวิจัยพบว่าเครื่องจักตอกกึ่งอัตโนมัตินี้สามารถจักตอกได้กับไม้ไผ่ที่มีคุณลักษณะต่างกันตามการใช้งานในงานหัตถกรรมนั้น ๆ รวมทั้งขนาดความยาวที่ต่างกันได้ จากการทดลองจักตอกไม้ไผ่ 3 ชนิด คือ ไผ่เลี้ยง ไผ่ซางนวล และไผ่สีสุก แต่ทั้งนี้ควรมีการปรับตั้งค่าความเร็วของเครื่องจักรให้มีความเหมาะสมกับชนิดและความยาวของไม้ไผ่ที่ใช้งานด้วยนั้น โดยการวิจัยนี้พบค่าเฉลี่ยของเส้นตอกที่ได้คุณภาพที่ดีถึงร้อยละ 85.08 และผิดพลาดอยู่ที่ ร้อยละ 14.92 ของไม้ไผ่ที่ทดลองความยาว 60 เซนติเมตร และความยาวที่ 120 เซนติเมตร พบเส้นตอกที่ได้คุณภาพ ร้อยละ 75.12 และความผิดพลาดอยู่ที่ ร้อยละ 24.88 จากผลการทดลองสำหรับกลุ่มงานหัตถกรรมชุมชนบ้านเขาพระ อำเภออู่ทอง จังหวัดสุพรรณบุรี พบว่าการจักตอกด้วยเครื่องจักรนี้ทำให้ได้ปริมาณตอกมากขึ้นอีกทั้งคุณภาพของเส้นตอกที่ได้ไม่ต่างกับการจักด้วยแรงงานคน เมื่อเปรียบเทียบผลการจักตอกที่ขนาดความยาวเท่ากันค่าเฉลี่ยการจักตอกที่ความยาว 60 เซนติเมตร จะได้เส้นตอกปริมาณ 117 เส้นต่อนาที การใช้เครื่องจักรตอกนาน 1 ชั่วโมง จะได้มากถึง

7,020 เส้น เมื่อเปรียบเทียบกับแรงงานมีความไวถึง 7 เท่า ซึ่งแรงงานคนทำได้เพียง 1,003 เส้นต่อ 1 ชั่วโมง โดยเสียค่าไฟฟ้าต่อเดือนเท่ากับ 356 บาท และเมื่อเปรียบเทียบการคืนทุนของการใช้เครื่องเทียบกับอัตราจ้างแรงงาน ใช้เวลาคืนทุนเพียง 15 วัน อีกทั้งตัวเครื่องยังมีระบบการควบคุมที่ง่ายต่อการสั่งการและมีสัญญาณแสดงการทำงานในสภาวะต่าง ๆ ด้วยนั้น ในด้านความพึงพอใจของกลุ่มผู้ใช้งานในชุมชนมีความพึงพอใจในเกณฑ์ที่ดีมากและในด้านการทำงานหัตถกรรมสามารถเพิ่มผลผลิตจากการทำแบบต่อวันได้มากขึ้น ดังนั้นเครื่องมือในการวิจัยนี้สามารถนำไปเป็นต้นแบบหรือพัฒนาเพิ่มเติมในการใช้งานกลุ่มงานหัตถกรรมชุมชนได้ต่อไป

คำขอบคุณ

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้สำเร็จได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับทุนอุดหนุน จากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประจำปีงบประมาณ 2562 และความร่วมมือจากทีมงานสถาบันวิจัยและพัฒนา 9 มทร. ด้วยการนี้ขอขอบพระคุณอาจารย์ชาญศักดิ์ ชนันชนะ วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่ ผู้ใหญ่บ้าน และชาวบ้านชุมชนบ้านเขาพระ อพท.7 อำเภออู่ทอง จังหวัดสุพรรณบุรี ที่ร่วมการดำเนินงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

Choosong, J., & Siriruk, P. (2014). Development of the herbal soap product from the palmyrah fruit of the conservation tourism group, Sathingpra district, Songkhla province, *RMUTSB Academic Journal, 2*(2), 165-173.

Designated Areas for Sustainable Tourism (DASTA7). (2017). *Ka-Rew wicker of Thai Phuan group in Khao Phra*. Retrieved 10 February 2021, from http://www.ctthailand.net/area_detail/113

Eamchuen, W., Pisuttipiched, S., & Puangsin, B. (2020) Properties of pulp derived from liang and white bamboo used in the kraft papermaking industry in Thailand. *Thai Journal of forestry KU*, *39*(2), 176-184.

Konpituk, T. (2014). A bamboo chopping machine. *Industrial Technology Lampang Rajabhat University Journal, 7*(2), 16-28.

Paengteerasukkamai, P. (2009). *Development and construction of bamboo of cleave machine semi-automatic* (Bachelor project). Rajamangala University of Technology Phra Nakhon, Bangkok.

Pedcharat, K., Pinijvarasin, W., & Panin, O. (2018). The Wickerwork's creative and conservation of traditional bamboo handicraft center in Phanat Nikhom, Chonburi Province, *Veridian E-Journal, Silpakorn University, 11*(1), 198-212.

Phengsawat, W. (2014). Experimental research in education. *Sakon Nakhon Rajabhat University Journal, 6*(11), 182-186.

Phuangchik, T. (2015). The study on growth and water requirements of 10 bamboo varieties. *Thammasat University Academic Journal, 23*(1), 22-34.

Somprajob, B. (2016). Wicker work handicraft: A study of indigenous knowledge of production by community participation. *Journal of Fine Arts Research and Applied Arts*, *RMUTT, 3*(1), 1-15.

Suansombut. (2016). *Dendrocalamus membranaceus Munro*. Retrieved 9 December 2020, from https://www.facebook.com/suansombut/posts/834836046649617/

The Support Arts and Crafts International Centre of Thailand (SACICT). (2020). *Bamboo wicker handicrafts*. Retrieved 9 December 2020, from https://www.sacict.or.th/uploads/items

Thungjoho, J., Panomsangasang, R., & Inkhai, S. (2020). *Semi – automatic bamboo-stripes machine* (Bachelor project). Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi, Nonthaburi.

Wiwattanachang, N., Vichalai, C., Jantasuto, O., & Youngsukasem, N. (2017). The innovative paddle-wheel from indigenous knowledge. *RMUTSB Academic Journal, 5*(2), 169-178.

Wikipedia. (2020). *Bambusa blumeana*. Retrieved 9 December 2020, from https://th.wikipedia.org

Withatanang, W. (2016). The study and development of wicker handicraft products as souvenirs, decorations, household furnishings in Phranakon Si Ayutthaya. *VRU Research and Development Journal Science and Technology*, *11*(3), 107-119.