

การพัฒนาแผ่นอัดเส้นใยมะพร้าวเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มจากวัสดุเหลือใช้
ตามแนวคิดเศรษฐกิจหมุนเวียน กรณีศึกษาชุมชนเกษตรกรรมมะพร้าว
ตำบลสามควายเผือก อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม*

DEVELOPMENT OF COCONUT FIBERBOARDS TO ADD VALUE TO WASTE
MATERIALS BASED ON THE CIRCULAR ECONOMY CONCEPT: A CASE STUDY OF
COCONUT FARMING COMMUNITIES IN SAM KHWAI PHUEAK SUBDISTRICT,
MUEANG DISTRICT, NAKHON PATHOM PROVINCE

วรชัช บุษามสาย¹, สมชาย ดิษฐาภรณ์¹, วิไลลักษณ์ บินดาร์¹, เจียมจันทร์ จันทร์คงหอม², โสภา หนูแดง^{1*}

Vorachat Busamsai¹, Somchye Distaporn¹, Wilailak Binder¹, Jiamchan Chankhonghom², Sopa Nudang^{1*}

¹คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย

¹Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Krungthep, Bangkok, Thailand

²คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย

²Faculty of Liberal Rajamangala University of Technology Krungthep, Bangkok, Thailand

*Corresponding author E-mail: sopa.n@mail.rmutk.ac.th

*Tel: 084-120-0488

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาแนวทางการเพิ่มมูลค่าวัสดุเหลือใช้จากมะพร้าว 2) พัฒนาแผ่นอัดจากวัสดุเหลือใช้มะพร้าว และ 3) ถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตแผ่นอัดจากวัสดุเหลือใช้มะพร้าวสู่ชุมชน เป็นวิจัยเชิงคุณภาพร่วมกับการวิจัยและพัฒนา กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ กลุ่มผู้ให้ข้อมูลสำคัญ จำนวน 11 คน และกลุ่มผู้เข้าร่วมกิจกรรมถ่ายทอดเทคโนโลยี จำนวน 30 คน ใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ แบบสัมภาษณ์ กึ่งโครงสร้าง แบบสอบถามปลายเปิด แบบประเมินความพึงพอใจ และการทดสอบสมบัติทางกายภาพ ผลการวิจัยพบว่า แนวทางการเพิ่มมูลค่าวัสดุเหลือใช้จากมะพร้าว ควรมุ่งพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าเพิ่มจากเส้นใยมะพร้าว และกะลามะพร้าว เช่น แผ่นอัด แผ่นฉนวน วัสดุตกแต่ง และบรรจุภัณฑ์กันกระแทก ในการพัฒนาแผ่นอัดจากวัสดุเหลือใช้มะพร้าว พบว่า สูตรเส้นใยมะพร้าว 100% ใช้สารประสาน CMC อัตราอุณหภูมิ 130° เป็นเวลา 40 นาที ให้ผลเหมาะสมที่สุดด้านผิวสัมผัส ความแข็งแรง และการคงรูป มีค่าความชื้นเฉลี่ย 11.26% ความหนาแน่นหลังอบเฉลี่ย 407.50 kg/m³ ค่าความต้านแรงดัด (MOR) เฉลี่ย 17.92 MPa และมอดุลัสยืดหยุ่น (MOE) เฉลี่ย 2,130.00 MPa ส่วนสูตรเส้นใยมะพร้าว 50% ผสมขุยมะพร้าว 50% มีความชื้นเฉลี่ย 12.60% ความหนาแน่นหลังอบเฉลี่ย 421.67 kg/m³ ค่า MOR เฉลี่ย 15.15 MPa และค่า MOE เฉลี่ย 1,975.00 MPa ซึ่งในภาพรวมผ่านเกณฑ์มาตรฐาน มอก. ทั้งสองสูตร เมื่อเปรียบเทียบ พบว่า แผ่นอัดเส้นใย 100% มีสมบัติเชิงกลที่แข็งแรงและคงรูปได้ดีกว่า เหมาะสำหรับการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์แผ่นรองภาชนะหรือแผ่นตกแต่งภายใน ส่วนสูตรผสมขุยมะพร้าวมีความเหมาะสมกับงานที่ไม่ต้องรับแรงมาก ผลการถ่ายทอดเทคโนโลยี พบว่า ตัวแทนชุมชนมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมโดยรวมอยู่ในระดับมาก



คำสำคัญ: แผ่นอัดเส้นใยมะพร้าว, การสร้างเพิ่มมูลค่า, วัสดุเหลือใช้, แนวคิดเศรษฐกิจหมุนเวียน

Abstract

The objectives of this research were to: 1) Study guidelines for value creation from coconut agricultural waste, 2) Develop pressed boards fabricated from coconut waste, and 3) Transfer the production technology of coconut waste pressed boards to the community. This study employed a qualitative research method combined with Research and Development (R&D). The sample group, selected through purposive sampling, consisted of 11 key informants and 30 participants in the technology transfer activity. The research instruments included semi-structured interviews, open-ended questionnaires, satisfaction evaluation forms, and physical property testing. The results indicated that guidelines for increasing the value of coconut waste should focus on developing value-added products from coconut fibers and shells, such as pressed boards, insulation boards, decorative materials, and cushioning packaging. Regarding the development of pressed boards, the formulation consisting of 100% coconut fiber with a carboxymethyl cellulose (CMC) binder, hot-pressed at 130°C for 40 minutes, yielded the best results in terms of surface texture, strength, and shape retention. This optimal formulation exhibited an average moisture content of 11.26%, an average oven-dry density of 407.50 kg/m³, an average modulus of rupture (MOR) of 17.92 MPa, and an average modulus of elasticity (MOE) of 2,130.00 MPa. Meanwhile, the formulation of 50% coconut fiber blended with 50% coconut coir dust showed an average moisture content of 12.60%, an average oven-dry density of 421.67 kg/m³, an average MOR of 15.15 MPa, and an average MOE of 1,975.00 MPa. Overall, both formulations met the Thai Industrial Standards (TIS). Comparative analysis revealed that the 100% fiber-pressed boards possessed superior mechanical properties and shape retention, making them suitable for development into container mats or interior decorative panels, whereas the coir dust blend formulation was more brittle and suitable for non-load-bearing applications. Furthermore, the technology transfer results showed that the community representatives expressed a high level of overall satisfaction with the activity.

Keywords: Coconut Fiber Composite Board, Value Addition, Waste Materials, Circular Economy Concept

บทนำ

มะพร้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญต่อประเทศไทยทั้งในภาคเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมการแปรรูป ซึ่งในปัจจุบันนี้นอกจากกลุ่มผู้บริโภคจะมีความนิยมในมะพร้าวน้ำหอมแล้ว มะพร้าวผลแก่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย เช่น เนื้อมะพร้าวแห้ง แป้งมะพร้าว น้ำมันมะพร้าว เนื้อมะพร้าวฝอยอบแห้ง และกะทิ เป็นวัตถุดิบสำคัญในอุตสาหกรรมอาหาร เครื่องดื่ม อาหารเสริมเพื่อสุขภาพ เครื่องสำอาง (Johnson, V. B. et al., 2024); (Gill, A. et al., 2026) ซึ่งประเทศไทยเป็นผู้ผลิตมะพร้าวอันดับที่ 10 ของโลก ในปี 2566 มีผลผลิต 0.91 ล้านตัน คิดเป็นร้อยละ 1.50 ของผลผลิตโลก อีกทั้งยังสร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรและผู้ประกอบการในห่วงโซ่อุปทาน ตั้งแต่การเพาะปลูก การแปรรูป ไปจนถึงการส่งออก (สำนักงานนโยบายและยุทธศาสตร์การค้า, 2568) และนครปฐม ก็เป็นหนึ่งในแหล่งปลูกมะพร้าวมีเนื้อที่ยืนต้นจำนวนทั้งสิ้น 35,433 ไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรที่ 10, 2568) ทั้งนี้ ในกระบวนการผลิตและแปรรูปมะพร้าวน้ำหอมและมะพร้าวแคงก่อให้เกิดวัสดุเหลือใช้จำนวนมาก เช่น

เปลือกมะพร้าว กาบมะพร้าว เส้นใยมะพร้าว ชูมะพร้าว และกะลามะพร้าว (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2565); (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2566) อย่างไรก็ตาม หากมีการจัดการวัสดุเหลือใช้จากมะพร้าวที่ไม่เหมาะสม เช่น การเผาทำลาย เศษมะพร้าวที่เผาไหม้แล้วจะปล่อยมลพิษ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ น้อยกว่าเศษมะพร้าวที่ยังไม่เผาไหม้ (Obeng, G. Y. et al., 2020)

แนวคิดการลดปริมาณของเสียตั้งแต่ต้นทาง เป็นนโยบายสำคัญที่มุ่งเน้นการใช้ทรัพยากรให้เกิดประโยชน์สูงสุด หากนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าเพิ่ม จะสามารถสร้างรายได้เพิ่มเติมและส่งผลกระทบต่อความเป็นอยู่ที่ดีทางเศรษฐกิจและสังคมของคนในท้องถิ่นได้ (Hoang, T. D. et al., 2024) แนวทางดังกล่าวสอดคล้องกับแนวคิดเศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular Economy) ซึ่งให้ความสำคัญกับการออกแบบผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิตที่ช่วยลดการเกิดของเสีย ยืดอายุการใช้ทรัพยากร และนำวัสดุหมุนเวียนกลับเข้าสู่ระบบการผลิตอย่างต่อเนื่อง (Anyanwu, L. et al., 2025); (Pandey, A. K. et al., 2025); (Kandpal, V. et al., 2024) การประยุกต์ใช้แนวคิดเศรษฐกิจหมุนเวียนในระดับท้องถิ่นจึงไม่เพียงช่วยบรรเทาปัญหาสิ่งแวดล้อมจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร แต่ยังเป็นกลไกสำคัญในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับทรัพยากรในชุมชน ส่งเสริมการใช้ภูมิปัญญาและศักยภาพของท้องถิ่นในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ ตลอดจนสนับสนุนการขับเคลื่อนเศรษฐกิจฐานรากภายใต้แนวคิดเศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียน และเศรษฐกิจสีเขียว (BCG Model) อันนำไปสู่การสร้างรายได้ การลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และความมั่นคงทางเศรษฐกิจของชุมชน ทั้งนี้ วัสดุเหลือใช้มีศักยภาพในการนำมาใช้ประโยชน์และพัฒนาให้เกิดมูลค่าเพิ่มได้ หากมีการจัดการและแปรรูปอย่างเหมาะสม (Priya, K. et al., 2025) ซึ่งโดยเฉพาะ กาบมะพร้าวซึ่งสามารถแยกเป็นเส้นใยและชูมะพร้าวได้ โดยเส้นใยมะพร้าวมีความแข็งแรง ทนทาน และยืดหยุ่น จึงเหมาะต่อการพัฒนาเป็นวัสดุทดแทนหรือวัสดุคอมโพสิตสำหรับผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น ที่นอน เบาะรถยนต์ เบาะนั่งโซฟา พรมเช็ดเท้า และวัสดุรองรับแรง (วรพงศ์ บุญช่วยแทน และคณะ, 2566); (Nissar, M. et al., 2025) ส่วนชูมะพร้าวมีคุณสมบัติเก็บความชื้นและระบายน้ำได้ดี จึงนิยมใช้เป็นวัสดุปลูกและวัสดุเพาะชำ ขณะที่กะลามะพร้าวมีความแข็งแรง ซึ่งสามารถนำไปทำสิ่งประดิษฐ์หัตถกรรมสร้างสรรค์ ถ่านกัมมันต์ และวัสดุชีวภาพต่าง ๆ ได้ (Atapattu, A. J. et al., 2024); (Nunes, L. A. et al., 2020) นอกจากนี้ อุตสาหกรรมผลิตเส้นใยมะพร้าวได้ระบุว่าโดยเฉลี่ยมะพร้าว 13 ผล สามารถผลิตเส้นใยมะพร้าวแห้งได้ 1 กิโลกรัม เส้นใยเหล่านี้เมื่อผ่านเครื่องตีแยกชูมะพร้าวออกและตากแห้งแล้วจะส่งออกจำหน่ายในรูปของเส้นใยอัด หรือควั่นเกลียว (กรมพัฒนาที่ดิน, 2566) อุตสาหกรรมที่ใช้เส้นใยมะพร้าว ได้แก่ อุตสาหกรรมผลิตที่นอน เบาะรถยนต์ เบาะนั่งโซฟา พรมเช็ดเท้า แผ่นฉนวนป้องกันความร้อน และเชือก (Ahirwar, M. et al., 2024) การแปรรูปดังกล่าวจะเป็นในระดับอุตสาหกรรมขึ้นไป แต่ในระดับชุมชนและเกษตรกรรายย่อยกลับพบข้อจำกัดมาก เนื่องจากขาดแคลนเครื่องจักรขนาดใหญ่และเทคโนโลยีขั้นสูงในการแปรรูป จึงส่งผลให้เปลือกและกาบมะพร้าวจำนวนมากถูกกองทิ้งไว้ในพื้นที่เกษตรกรรมอย่างไร้ประโยชน์ จนกลายเป็นแหล่งสะสมของโรคพืช สัตว์พาหะนำโรค และกระทบต่อทัศนียภาพในชุมชน (Stelte, W. et al., 2023) อย่างไรก็ตาม เส้นใยมะพร้าวเป็นเส้นใยที่มีองค์ประกอบของลิกนินในปริมาณสูง โดยพบประมาณร้อยละ 40 - 50 ซึ่งลิกนินมีบทบาทสำคัญต่อความแข็งแรง ความทนทาน และความต้านทานต่อปัจจัยแวดล้อม เช่น ความชื้นและการผุสลาย จึงทำให้เส้นใยมะพร้าวมีศักยภาพในการนำไปพัฒนาเป็นวัสดุทดแทนไม้ วัสดุประกอบ และแผ่นวัสดุฐานชีวภาพสำหรับผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (Bawono, N. M. H. et al., 2025); (Vieira, F. et al., 2024); (Hasan, K. F. et al., 2021)

ในการขับเคลื่อนนโยบายการจัดการสิ่งแวดล้อมของภาครัฐ นายกเทศมนตรีเมืองตำบลสามควายเผือก อำเภอเมือง จังหวัดนครพนธ์ กล่าวว่าชุมชนสามควายเผือกมีแนวทางจัดการวัสดุเหลือใช้จากมะพร้าวตามการบริหารจัดการขยะมูลฝอยอย่างเป็นระบบครอบคลุมวงจรตั้งแต่ระยะต้นทาง กลางทาง และปลายทาง โดยอาศัยหลักการ 3Rs (Reduce, Reuse, Recycle) และหลัก 3 ช (ใช้น้อย ใช้ซ้ำ นำกลับมาใช้ใหม่) สนับสนุนให้เกษตรกรใช้ประโยชน์



แปรรูปจากวัสดุเหลือใช้มากที่สุด (สุเทพ เถลิงศักดิ์ดาเดช, สัมภาษณ์, 21 มกราคม 2565) อย่างไรก็ตาม บริบทเฉพาะของตำบลสามควายเผือกซึ่งเป็นพื้นที่เกษตรกรรมที่มีการปลูกและจำหน่ายมะพร้าว น้ำหอมและมะพร้าวแฉกกะทิเป็นจำนวนมาก ส่งผลให้เกิดประเด็นปัญหาสำคัญเกี่ยวกับวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ทั้งทางมะพร้าว เปลือกมะพร้าว เส้นใยมะพร้าว ขุยมะพร้าว และกะลามะพร้าว แม้ว่าในปัจจุบันจะมีการนำเศษวัสดุบางส่วนไปใช้ประโยชน์บ้างแล้ว เช่น การนำเปลือกมะพร้าวแห้งไปสับย่อยทำปุ๋ย ใช้เป็นวัสดุปลูกพืช หรือนำกะลาไปทำถ่านอัดแท่ง แต่สำหรับเกษตรกรรายย่อยแล้ว ปริมาณเปลือกมะพร้าวอ่อนและเศษวัสดุเหลือใช้ยังเป็นจำนวนมากยังคงตกค้างและไม่สามารถนำไปแปรรูปได้อย่างเต็มศักยภาพ จนนำไปสู่การทิ้งเศษวัสดุสะสมในร่องสวน ซึ่งเสี่ยงต่อการเกิดการหมักหมมและปัญหาน้ำเสีย ดังนั้น การนำแนวคิดสิ่งแวดล้อมของเทศบาลมาผสานรวมกับการยกระดับการจัดการวัสดุเหลือใช้จากสวนมะพร้าว จึงเป็นแนวทางสำคัญที่จะช่วยแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม และสร้างความยั่งยืนให้กับชุมชนแห่งนี้เป็นอย่างเป็นรูปธรรม

จากปัญหาวัสดุเหลือใช้จากมะพร้าวในตำบลสามควายเผือก อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐมจึงนำไปสู่การวิจัยที่มุ่งศึกษาการพัฒนาแผ่นอัดวัสดุธรรมชาติจากเส้นใยและกะลามะพร้าว น้ำหอมเหลือทิ้ง โดยใช้สารประสานชีวภาพที่ปลอดภัยอย่างกาวแป้งมันสำปะหลังและสารยึดเกาะคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (CMC) ผ่านกระบวนการอัดร้อนเพื่อทดแทนสารเคมีสังเคราะห์กลุ่มฟอร์มาลดีไฮด์ที่มีผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม (Gonçalves, D. et al., 2021) ซึ่งการวิจัยนี้นอกจากจะตอบสนองต่อแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมและการลดก๊าซเรือนกระจกของจังหวัดนครปฐม (สำนักงานจังหวัดนครปฐม, 2567) ยังมีความสำคัญเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับของเสียในท้องถิ่น เพื่อต่อยอดสู่ผลิตภัณฑ์ชุมชนตามแนวคิดของเสียเหลือศูนย์ (Zero Waste) และเศรษฐกิจหมุนเวียนอย่างยั่งยืน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางการเพิ่มมูลค่าวัสดุเหลือใช้จากมะพร้าว
2. เพื่อพัฒนาแผ่นอัดจากวัสดุเหลือใช้มะพร้าว
3. เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตแผ่นอัดจากวัสดุเหลือใช้มะพร้าวสู่ชุมชน

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยแบบผสมวิธี เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพร่วมกับการวิจัยและพัฒนา

ประชากร กลุ่มตัวอย่าง ในการวิจัยเชิงคุณภาพ แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มตัวอย่างที่ 1 คือ ผู้ให้ข้อมูลสำคัญ เกี่ยวกับกระบวนการบริหารจัดการขยะจากมะพร้าว และแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์วัสดุขยะจากมะพร้าว ภายใต้แนวคิดเศรษฐกิจหมุนเวียน เป็นผู้ที่อาศัยอยู่ในตำบลสามควายเผือก ประกอบด้วย นายกเทศมนตรีเมืองสามควายเผือก ตัวแทนกองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม กำนันตำบลสามควายเผือก ผู้ใหญ่บ้านหมู่ที่ 7 บ้านต้นกร่าง และตัวแทนเกษตรกรปลูกมะพร้าว 2 คน รวมทั้งสิ้น 6 คน ใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจงเก็บข้อมูลด้วยการสัมภาษณ์

กลุ่มตัวอย่างที่ 2 คือ ผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการรีไซเคิลวัสดุจากธรรมชาติ แนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์และการสร้างมูลค่าทางการตลาด ประกอบด้วย นักวิชาการด้านวัสดุศาสตร์ 1 คน นักออกแบบผลิตภัณฑ์ที่มีประสบการณ์ 3 คน และอาจารย์ด้านการตลาด 1 คน รวมทั้งสิ้น 5 คน ใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจงเก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถาม

กลุ่มตัวอย่างที่ 3 คือ ผู้เข้าร่วมถ่ายทอดเทคโนโลยีความรู้ เกี่ยวกับการพัฒนาแผ่นอัดจากวัสดุเหลือใช้มะพร้าวและแนวทางการประยุกต์ใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ ประกอบด้วย กลุ่มเครือข่ายสตรีแม่บ้านสามควายเผือกที่ตั้งครัวเรือนอยู่ในตำบลสามควายเผือก รวมทั้งหมด 30 คน ใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจงเก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถามประเมินความพึงพอใจ

เครื่องมือในการเก็บข้อมูล แบ่งออกเป็น 3 ชุด ดังนี้

1. แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง (Semi-structured Interview) ใช้เก็บข้อมูลกับกลุ่มผู้ให้ข้อมูลสำคัญ ประกอบด้วย 3 ตอน คือ ตอนที่ 1 ข้อคำถามสถานภาพส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสัมภาษณ์ ตอนที่ 2 ข้อคำถามเกี่ยวกับกระบวนการบริหารจัดการขยะจากมะพร้าว และแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากวัสดุเหลือใช้มะพร้าว ภายใต้แนวคิดเศรษฐกิจหมุนเวียน และตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมที่เกี่ยวข้อง

2. แบบสอบถามชนิดปลายเปิด (Open-Ended Questionnaire) ใช้เก็บข้อมูลกับกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ประกอบด้วย 3 ตอน คือ ตอนที่ 1 ข้อคำถามสถานภาพส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถาม ตอนที่ 2 ข้อคำถามแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากวัสดุเหลือใช้มะพร้าว ภายใต้แนวคิดเศรษฐกิจหมุนเวียน และการเพิ่มมูลค่าจากวัสดุเหลือใช้ และตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมที่เกี่ยวข้อง

3. แบบสอบถามชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ใช้เก็บข้อมูลกับกลุ่มผู้เข้าร่วมถ่ายทอดเทคโนโลยีความรู้ ประกอบด้วย 3 ตอน ดังนี้ ตอนที่ 1 ข้อคำถามสถานภาพส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถาม ตอนที่ 2 ข้อคำถามประเมินความพึงพอใจ ที่มีต่อกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากวัสดุเหลือใช้มะพร้าว จำนวน 4 ด้าน ได้แก่ ด้านระยะการดำเนินงาน ด้านกระบวนการถ่ายทอดองค์ความรู้ ด้านการเรียนรู้และประยุกต์ใช้ และด้านภาพรวมของกิจกรรมโครงการ เป็นข้อคำถามลักษณะปลายปิดแบบมาตราส่วนประมาณค่า ของลิเคิร์ต (Likert scales) มี 5 ระดับ ดังนี้ ระดับ 5 พึงพอใจมากที่สุด ระดับ 4 พึงพอใจมาก ระดับ 3 พึงพอใจ ปานกลางระดับ 2 พึงพอใจน้อย และระดับ 1 พึงพอใจน้อยที่สุด (บุญชม ศรีสะอาด, 2560) และตอนที่ 3 ข้อคำถามให้แสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่น ๆ ลักษณะแบบปลายเปิด

เครื่องมือวิจัยที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้ง 3 ชุด ได้ผ่านการประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของเครื่องมือทุกชุดมีค่าระหว่าง 0.67 - 1.00 แสดงว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องและมีความเหมาะสม จึงสามารถเก็บข้อมูลได้

ในการวิจัยและพัฒนาซึ่งเป็นการทดลองอัดเส้นใยจากวัสดุเหลือใช้มะพร้าวให้เป็นแผ่นอัด เครื่องมือที่ใช้ คือ แบบเกณฑ์ทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แผ่นขึ้นไม้อัดชนิดอัดราบ มอก.876-2547 ได้แก่ การทดสอบสมบัติทางกายภาพ และการทดสอบสมบัติทางกล

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. การสัมภาษณ์ คณะผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มผู้ให้ข้อมูลสำคัญจากแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง โดยส่งหนังสือไปเพื่อทำการนัดวันเวลาเข้าสัมภาษณ์พร้อมทั้งชี้แจงโครงการและวัตถุประสงค์การวิจัย รวมทั้งกิจกรรมภายในการวิจัย พื้นที่สัมภาษณ์ ได้แก่ เทศบาลเมืองสามค้ายเผือก ที่ว่าการกำนันตำบลสามเผือก ที่ทำการผู้ใหญ่บ้านหมู่ที่ 7 บ้านต้นกร่าง ตำบลสามค้ายเผือก อำเภอเมือง จังหวัดนครพนม

2. การสอบถาม คณะผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านวัสดุ ด้านออกแบบผลิตภัณฑ์ และด้านการตลาด โดยส่งหนังสือไปเพื่อทำการนัดวันเวลาเข้าสอบถาม พื้นที่สอบถาม ได้แก่ สาขาวิชาฟิสิกส์ สาขาวิชาการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิชาการตลาด คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

3. การวิจัยและการพัฒนาการทดลองแผ่นอัดเส้นใยมะพร้าว คณะผู้วิจัยได้ทำการทดลองขึ้นรูปแผ่นอัดเส้นใยมะพร้าว ขุยมะพร้าว และกะลามะพร้าว โดยใช้อุปกรณ์ เครื่องมือ และเครื่องอัดขึ้นรูป พื้นที่ของสาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มีขั้นตอนการปฏิบัติได้ดำเนินการ ดังนี้

3.1 ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมวัสดุและสารประสาน เริ่มจากการจัดเตรียมวัสดุเหลือใช้จากมะพร้าวน้ำหอม ในพื้นที่ตำบลสามค้ายเผือก ซึ่งนำมาใช้ในการทดลองทั้งหมด 3 ชนิด โดยมีวิธีเตรียมที่แตกต่างกันตามลักษณะของวัสดุ ได้แก่ เส้นใยมะพร้าว นำมาตัดให้มีความยาวประมาณ 2.5 เซนติเมตร ล้างทำความสะอาดแล้วตากให้แห้ง



ขุยมะพร้าว ได้จากการ sàng เปลือกมะพร้าวเพื่อแยกขุยมะพร้าวชั้นในออกมา จากนั้นนำไปล้างทำความสะอาดและตากให้แห้ง และผงกะลามะพร้าว ได้จากการนำกะลามะพร้าวมาตากแห้งแล้วบดให้ละเอียดเป็นผงก่อนนำไปใช้ในการทดลอง

3.2 ขั้นตอนที่ 2 การผสมสารประสาน เมื่อเตรียมวัสดุหลักเรียบร้อยแล้ว จึงทำการเตรียมสารประสานจากธรรมชาติ ซึ่งประกอบด้วย แป้งมันสำปะหลัง และสาร CMC (คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส: Carboxymethyl Cellulose) เป็นสารเพิ่มความคงตัวที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร โดยการเตรียมสารประสานแต่ละชนิดจะใช้อัตราส่วนผสมกับน้ำเปล่าที่ 1:4 สำหรับแป้งมันสำปะหลังจะนำไปละลายน้ำและเคี่ยวด้วยไฟอ่อนพร้อมคนอย่างต่อเนื่องจนมีลักษณะเหนียวข้นคล้ายแป้งกาว จึงนำสารประสานผสมกับวัสดุจากมะพร้าว

3.3 ขั้นตอนที่ 3 กระบวนการผลิตแผ่นอัดเส้นใยมะพร้าว ได้นำวัสดุเหลือใช้จากมะพร้าวที่เตรียมไว้จากขั้นตอนแรก มาผสมกับสารประสานแต่ละชนิดตามอัตราส่วนที่กำหนด แล้วคลุกเคล้าส่วนผสมให้เข้ากันจนวัสดุมีลักษณะเหมาะสม จากนั้นนำส่วนผสมใส่ลงในบล็อกไม้ขนาด 40×40 เซนติเมตร เคลือบเส้นใยให้มีความหนาสม่ำเสมอโดยกำหนดความหนาก่อนอัดไว้ที่ประมาณ 2.5 เซนติเมตร แล้วนำบล็อกวัสดุเข้าเครื่องอัดร้อนโดยอุณหภูมิที่ 130 และ 150 องศาเซลเซียส และระยะเวลาในการอัดที่ 30 และ 40 นาที เมื่อสิ้นสุดกระบวนการอัดขึ้นรูป นำแผ่นวัสดุออกจากเครื่องทันทีแล้วใช้แผ่นไม้ที่มีน้ำหนักกดทับไว้พักให้เย็นเพื่อป้องกันการโค้งงอ ซึ่งจะได้แผ่นอัดเส้นใยมะพร้าวที่มีขนาด $40 \times 40 \times 1$ เซนติเมตร จากนั้นทำการคัดเลือกแผ่นอัดที่มีความสมบูรณ์และคุณภาพดีที่สุดตามเงื่อนไขเพื่อส่งไปทดสอบคุณสมบัติ ณ ห้องปฏิบัติการด้านเทคโนโลยีพื้นผิวและกลศาสตร์การสัมผัส มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

3.4 ขั้นตอนที่ 4 การถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชน ภายหลังจากทดสอบและสรุปผลแผ่นอัดเส้นใยมะพร้าวเรียบร้อยแล้ว ในขั้นตอนต่อมาคณะผู้วิจัยได้จัดทำชุดองค์ความรู้รวมทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติเพื่อนำไปถ่ายทอดเทคโนโลยีให้แก่กลุ่มตัวแทนเกษตรกรในพื้นที่ตำบลสามควายเผือก โดยมุ่งหวังให้ตัวแทนดังกล่าวนำองค์ความรู้ แนวคิดที่ได้และวิธีการไปขยายผลต่อยอดสู่ผู้สนใจประยุกต์ใช้เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ข้อมูลเชิงคุณภาพจากการสัมภาษณ์เชิงลึก และแบบสอบถามปลายเปิด คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์เนื้อหา โดยมุ่งตีความข้อมูลเชิงบริบท ที่เรียบเรียงและคำนึงถึงสภาพแวดล้อมทางกายภาพ มิติทางสังคม วัฒนธรรม และสถานการณ์จริงในพื้นที่วิจัย ร่วมกับการวิเคราะห์ด้วยเอกสารทางวิชาการ แนวนโยบายท้องถิ่น และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูล จากนั้นจึงประมวลผลและนำเสนอผลการวิเคราะห์ในรูปแบบการเขียนเรียงเรียงบรรยายเชิงพรรณนาวิเคราะห์

2. ข้อมูลจากแบบประเมินความพึงพอใจ คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนาเพื่อหาค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยมีเกณฑ์การแปลผลค่าคะแนนเฉลี่ยดังนี้ คะแนนเฉลี่ย 4.50 - 5.00 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด คะแนนเฉลี่ย 4.50 - 5.00 พอใจระดับมากที่สุด 3.50 - 4.49 พอใจระดับมาก 2.50 - 3.49 พอใจระดับปานกลาง 1.50 - 2.49 พอใจระดับน้อย และ 1.00 - 1.49 พอใจระดับน้อยที่สุด (บุญชม ศรีสะอาด, 2560) สำหรับข้อมูลจากข้อคำถามปลายเปิดและข้อเสนอแนะเพิ่มเติมดำเนินการวิเคราะห์และสรุปผลด้วยการเรียบเรียงเชิงบรรยายพรรณนา

3. ข้อมูลจากการทดสอบประสิทธิภาพวัสดุ วิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและคุณภาพเชิงกลของแผ่นอัดจากวัสดุเหลือใช้มะพร้าว คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการเปรียบเทียบและประเมินผลตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมไม้อัดแผ่นเรียบ (มอก. 876-2547) พร้อมทั้งสรุปผลเชิงบรรยาย



การวิจัยครั้งนี้ได้ดำเนินการตามมาตรฐานจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ คณะผู้วิจัยได้ตระหนักถึงการพิทักษ์สิทธิ์ของกลุ่มตัวอย่างได้รับการชี้แจงและลงนามยินยอมก่อนจัดเก็บข้อมูล ทั้งนี้ ข้อมูลส่วนบุคคลจะถูกเก็บเป็นความลับสูงสุดและนำเสนอเฉพาะภาพรวมเพื่อประโยชน์ทางวิชาการเท่านั้น

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาแนวทางการเพิ่มมูลค่าวัสดุเหลือใช้จากมะพร้าว

จากการศึกษาและรวบรวมข้อมูลภาคสนามเกี่ยวกับแนวทางการเพิ่มมูลค่าวัสดุเหลือใช้จากมะพร้าวในพื้นที่ตำบลสามควายเผือก อำเภอเมือง จังหวัดนครพนม ผู้วิจัยได้นำข้อมูลมาวิเคราะห์สภาพแวดล้อม (SWOT Analysis) เพื่อประเมินปัจจัยภายในด้านจุดแข็ง (Strengths) และจุดอ่อน (Weaknesses) ควบคู่กับปัจจัยภายนอกด้านโอกาส (Opportunities) และอุปสรรค (Threats) ตามแนวคิดเศรษฐกิจหมุนเวียน ใช้เป็นฐานข้อมูลแนวทางการเพิ่มมูลค่าวัสดุเหลือใช้จากมะพร้าวต่อไป รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์กลยุทธ์ TOWS Matrix แนวทางการเพิ่มมูลค่าวัสดุเหลือใช้จากมะพร้าว

SWOT Matrix	จุดแข็ง (Strengths: S)	จุดอ่อน (Weaknesses: W)
	• S1: มีวัตถุดิบต่อเนื่องในพื้นที่ • S2: วัตถุดิบหลากหลายคุณสมบัติเด่น • S3: มีนโยบายเทศบาลสนับสนุน	• W1: ขยะต้นทางปนเปื้อนเน่าเสีย • W2: ขาดเทคโนโลยี/คุณภาพไม่นิ่ง • W3: รูปแบบดั้งเดิม/ขาดแบรนด์ • W4: ขาดช่องทางตลาดกำลังซื้อสูง
โอกาส (Opportunities: O)	กลยุทธ์เชิงรุก (SO Strategy)	กลยุทธ์เชิงแก้ไข (WO Strategy)
• O1: สถาบันการศึกษาพร้อมทุน • O2: คาเฟ่/ท่องเที่ยวต้องการสินค้ารักษ์โลก • O3: ตลาดคนเมือง/อุตสาหกรรมสีเขียวเติบโต • O4: สินค้าพรีเมียมต้องการกล่องกันกระแทก	1. กลยุทธ์แปรรูปมูลค่าสูงเพื่อตอบโจทย์ตลาดรักษ์โลก (S1+S2+O2+O3) : นำเส้นใยและกะลามะพร้าวเก่ามาวิจัยและพัฒนากระบวนการผลิตแผ่นอัด แผ่นฉนวน และของตกแต่งสไตล์โมเดิร์น เพื่อป้อนเข้าสู่อุตสาหกรรมสีเขียวและกลุ่มธุรกิจคาเฟ่ยุคใหม่ 2. กลยุทธ์ร่วมสร้างสรรค์บรรจุภัณฑ์ที่มีอัตลักษณ์ท้องถิ่น (S2+O1+O4) : ร่วมมือกับนักออกแบบและสถาบันการศึกษาตั้งคุณสมบัติเส้นใยมะพร้าวมาขึ้นรูปเป็นบล็อกบรรจุภัณฑ์ใช้สำหรับกันกระแทก เช่น สัมไอศกรีมช็อคโกแลต	1. กลยุทธ์จัดการระบบต้นน้ำร่วมกับท้องถิ่น (W1+S3+O3) : ร่วมมือกับเทศบาลตั้งจุดรวบรวมเศษวัสดุมะพร้าวแยกเฉพาะ พร้อมทำระบบสับและตากแห้งทันทีเพื่อรักษาคุณภาพวัตถุดิบป้อนสู่อุตสาหกรรมสีเขียว 2. กลยุทธ์ยกระดับมาตรฐานด้วยนวัตกรรมร่วมสร้าง (W2+W3+O1) : ให้สถาบันการศึกษาเข้ามาถ่ายทอดเทคนิคและสนับสนุนเครื่องจักร จัดกระบวนการร่วมสร้างสรรค์พัฒนาจากถ่าน, ปู, งานหัตถกรรมสร้างสรรค์ที่มีมาตรฐาน
อุปสรรค (Threats: T)	กลยุทธ์เชิงรับ (ST Strategy)	กลยุทธ์เชิงป้องกัน (WT Strategy)
• T1: สินค้าโรงงานต้นทุนต่ำแข่งขันสูง • T2: เงื่อนไขเวลาชีวิตเกษตรกรต่างกัน	กลยุทธ์สร้างเรื่องราวแบรนด์สีเขียวหลีกเลี่ยงการตัดราคา (S1+S2+T1) : ชูจุดขายด้านการตลาดสีเขียว (Green Marketing) และสร้างเรื่องราว (Story telling) ผลิตภัณฑ์ขยะเหลือศูนย์ ของตำบลสามควายเผือก เพื่อเจาะกลุ่มลูกค้าองค์กร (B2B) และสร้างความแตกต่างที่โรงงานเลียนแบบได้ยาก	กลยุทธ์ขยายตลาดออนไลน์เชิงรุกและจัดเวลาแบบยืดหยุ่น (W4+T1+T2) : ใช้แพลตฟอร์มออนไลน์เข้ามาช่วยขยายช่องทางจำหน่ายเพื่อเข้าถึงกลุ่มผู้บริโภคโดยตรง และออกแบบกระบวนการพัฒนาทักษะในชุมชนเป็นขั้นเป็นตอนที่ยืดหยุ่นสอดคล้องกับวิถีชีวิตเกษตรกร รายย่อยเพื่อความยั่งยืนของกลุ่มอาชีพ



จากตารางที่ 1 จากการวิเคราะห์ทฤษฎี TOWS Matrix พบว่า แนวทางการเพิ่มมูลค่าวัสดุเหลือใช้จากมะพร้าว ควรมุ่งพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าเพิ่มจากเส้นใยมะพร้าวและกะลามะพร้าว เช่น แผ่นอัด แผ่นฉนวน วัสดุตกแต่ง และบรรจุภัณฑ์กันกระแทก เป็นผลิตภัณฑ์รักษ์โลกที่มีมูลค่าเพิ่ม ควบคู่กับการสนับสนุนจากสถาบันการศึกษา หน่วยงานภาครัฐ และเทศบาลในพื้นที่ เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีการแปรรูป การออกแบบผลิตภัณฑ์ และการสร้างอัตลักษณ์ของชุมชน แนวทางดังกล่าวนำไปใช้เป็นกรอบในการพัฒนาแผ่นอัดจากวัสดุเหลือใช้มะพร้าว และต่อยอดสู่ผลิตภัณฑ์ชุมชนตามแนวคิดเศรษฐกิจหมุนเวียนได้อย่างเหมาะสม

2. ผลการพัฒนาแผ่นอัดจากวัสดุเหลือใช้มะพร้าว

การพัฒนาแผ่นอัดจากวัสดุเหลือใช้มะพร้าว เป็นการนำทรัพยากรเหลือทิ้งทางการเกษตรมาแปรรูปให้เกิดประโยชน์และเพิ่มมูลค่า โดยมุ่งศึกษาการผลิตแผ่นอัดจากเส้นใยและวัสดุเหลือใช้มะพร้าว รวมถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพของแผ่นวัสดุ เพื่อนำไปสู่ผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมกับการใช้งานและบริบทของชุมชน

2.1 การพัฒนาแผ่นอัดจากวัสดุเหลือใช้มะพร้าว ในการทดลองผลิตแผ่นอัดจากวัสดุเหลือใช้มะพร้าว คณะผู้วิจัยได้ทดสอบสูตรโดยปรับเปลี่ยนตัวแปร สำคัญ ได้แก่ สัดส่วนวัตถุดิบ ชนิดของสารประสาน อุณหภูมิ และระยะเวลาในการอัดร้อน เพื่อศึกษาสูตรที่ให้ แผ่นอัดมีลักษณะผิวเรียบ แข็งแรง คงรูปได้ดี และเหมาะสมต่อการนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ โดยผลการทดลองขึ้นรูปแผ่นอัดแสดงรายละเอียดไว้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การทดลองขึ้นรูปแผ่นอัดจากวัสดุเหลือใช้มะพร้าว

สูตรที่	วัสดุ(กรัม)		สารประสานยึดติด (กรัม)			อุณหภูมิ (องศา)	เวลา (นาที)	ผลการทดลอง	ลักษณะแผ่นอัด
	เส้นใยมะพร้าว	ขุยมะพร้าว	กะลาบด	แป้งมันสำปะหลัง	สาร CMC				
1	150 (100%)	-	-	-	250	130	40		ผิวค่อนข้างเรียบ สีสม่ำเสมอ มีความแข็งและหนาแน่นเท่ากันทั่วทั้งแผ่น
2	150 (100%)	-	-	250	-	130	40		ผิวค่อนข้างเรียบมีความแข็งหนาไม่เท่ากัน และหนาแน่นน้อยกว่า CMC
3	150 (100%)	-	-	-	250	150	30		ผิวค่อนข้างเรียบ สีไม่สม่ำเสมอ มีรอยไหม้แข็งทั้งแผ่นแต่เปราะแตกหักง่าย
4	75 (50%)	75 (50%)	-	-	250	130	40		ผิวค่อนข้างเรียบ สีสม่ำเสมอ มันวาว แข็งแรงทั่วแผ่น คงรูปได้ดี
5	75 (50%)	75 (50%)	-	250	-	130	40		ผิวค่อนข้างเรียบ สีสม่ำเสมอ แข็งทั่วแผ่น แต่คงรูปน้อยกว่า CMC
6	75 (50%)	75 (50%)	-	-	250	150	40		ผิวค่อนข้างเรียบ สีไม่สม่ำเสมอ ขอบมีรอยไหม้ เปราะและแตกหักง่าย
7	100 (75%)	-	50 (25%)	-	250	130	40		ผิวไม่เรียบ เศษกะลาบดจับตัวเป็นก้อน คงรูปได้ไม่ดี ไม่เกาะตัว มีผงร่วง

จากตารางที่ 2 ผลการทดลองขึ้นรูปแผ่นอัดจากวัสดุเหลือใช้มะพร้าว พบว่า สูตรที่ 1 ซึ่งใช้เส้นใยมะพร้าว 150 กรัม (100%) ร่วมกับสารประสาน CMC 250 กรัม อัดร้อนที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที พบว่า เป็นแผ่นอัดที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากผิวค่อนข้างเรียบ สีสม่ำเสมอ มีความแข็งและหนาแน่นเท่ากันทั่วทั้งแผ่น และแผ่นอัดสูตรที่ 4 เส้นใยมะพร้าว 75 กรัม (50%) ขุยมะพร้าว 75 กรัม (50%) ผสมกับสารประสาน CMC 250 กรัม อัดร้อนที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที พบว่า ผิวค่อนข้างเรียบ สีสม่ำเสมอ มันวาวแข็งแรงทั่วแผ่น คงรูปได้ดี จึงคัดเลือกทั้ง 2 สูตร ดังกล่าวเพื่อนำไปทดสอบสมบัติทางกายภาพและสมบัติเชิงกล

2.2 ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพ และสมบัติเชิงกลของแผ่นอัดจากวัสดุเหลือใช้มะพร้าว ทั้งนี้ แผ่นอัดจากวัสดุเหลือใช้มะพร้าว ที่นำมาทดสอบ ได้แก่ สูตรที่ 1 และสูตรที่ 4 โดยนำขึ้นไปทดสอบสมบัติทางกายภาพและสมบัติเชิงกลตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นขึ้นไม้อัดชนิดอัดราบ มอก. 876-2547 ซึ่งครอบคลุมการทดสอบค่าความชื้น ความหนาแน่น ค่าความต้านแรงดัดหรือมอดูลัสแตกร้าว (MOR) ค่ามอดูลัสยืดหยุ่นในการดัด (MOE) โดยมีผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 3

การทดสอบสมบัติทางกายภาพของแผ่นอัดจากวัสดุเหลือใช้มะพร้าว ดำเนินการโดยนำแผ่นอัดไปชั่งน้ำหนักก่อนอบ จากนั้นอบที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส ภายใต้แรงดัน 100, 120 และ 140 บาร์ ใช้เวลาในการอบ 15 นาที และนำขึ้นทดสอบมาชั่งน้ำหนักหลังอบ เพื่อบันทึกค่าปริมาณความชื้น และค่าความหนาแน่นของแผ่นอัด สำหรับการทดสอบสมบัติเชิงกล ได้แก่ ค่าความต้านแรงดัด (MOR) และค่ามอดูลัสยืดหยุ่นในการดัด (MOE) การทดสอบแรงดัดของชิ้นงานตามเงื่อนไขที่กำหนด

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพและสมบัติเชิงกลของแผ่นอัดจากวัสดุเหลือใช้มะพร้าว

ชนิดของแผ่น อัดจากวัสดุ มะพร้าว	แรงดัน (บาร์)	ชั้นที่/ น้ำหนักก่อนอบ/ น้ำหนักหลังอบ (g)	สมบัติทางกายภาพ			สมบัติทางกล	
			ปริมาณ ความชื้น หลังอบ(%)	ความหนา แน่นก่อนอบ (kg/m³)	ความหนา แน่นหลังอบ (kg/m³)	ความแข็งแรง	
						ค่าความต้านแรง ดัด(MOR)	มอดูลัสยืด หยุ่น (MOE)
เกณฑ์ มอก.876 - 2547			4.00 - 13.00	400 - 900	≥ 14 MPa	≥ 1,950MPa	
เส้นใยมะพร้าว	100	1)189/169	10.58	472.50	422.50	16.25	2,010.00
100%	120	2)177/157	11.30	442.50	392.50	17.61	2,115.00
(15นาที)	140	3)185/163	11.89	462.50	407.50	19.90	2,265.00
ค่าเฉลี่ย	120	183.67/163.00	11.26	459.17	407.50	17.92	2,130.00
เส้นใยมะพร้าว	100	1)190/168	11.58	475.00	420.00	14.20	1,955.00
50%+ขุยมะพร้าว	120	2)198/172	13.13	495.00	430.00	15.15	1,970.00
50% (15นาที)	140	3)191/166	13.09	477.50	415.00	16.10	2,000.00
ค่าเฉลี่ย	120	193.00/168.67	12.60	482.50	421.67	15.15	1,975.00

จากตารางที่ 3 ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพ และสมบัติเชิงกลของแผ่นอัดจากวัสดุมะพร้าว พบว่า แผ่นอัดทั้ง 2 ชนิดมีค่าเฉลี่ยโดยรวมอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 876-2547 โดยแผ่นอัดเส้นใยมะพร้าว 100% มีค่าความชื้นเฉลี่ย 11.26% ความหนาแน่นหลังอบเฉลี่ย 407.50 kg/m³ ค่าความต้านแรงดัด (MOR) เฉลี่ย 17.92 MPa และค่ามอดูลัสยืดหยุ่น (MOE) เฉลี่ย 2,130.00 MPa ส่วนแผ่นอัดเส้นใยมะพร้าว 50% ผสมกับ ขุยมะพร้าว 50% มีค่าความชื้นเฉลี่ย 12.60% ความหนาแน่นหลังอบเฉลี่ย 421.67 kg/m³ ค่า MOR เฉลี่ย 15.15 MPa และค่า MOE เฉลี่ย 1,975.00 MPa เมื่อเปรียบเทียบผลการทดสอบ พบว่า แผ่นอัดเส้นใยมะพร้าว 100% มีสมบัติเชิงกลดีกว่าแผ่นอัดเส้นใยมะพร้าว 50% ผสมขุยมะพร้าว 50% โดยมีค่า MOR และ MOE สูงกว่า แสดงถึงความสามารถในการรับแรงดัดและความแข็งแรงของแผ่นที่ดีกว่า อีกทั้งยังมีค่าความชื้นเฉลี่ยต่ำกว่า จึงมีแนวโน้มคงรูปและเหมาะสมต่อการนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์มากกว่า

2.3 แนวทางการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์จากแผ่นอัดวัสดุเหลือใช้มะพร้าว หลังจากการทดลองขึ้นรูป และทดสอบสมบัติของแผ่นอัดจากวัสดุเหลือใช้มะพร้าว ผู้วิจัยได้นำแผ่นอัดทั้ง 2 ชนิด ได้แก่ สูตรที่ 1 คือ แผ่นอัดเส้นใยมะพร้าว 100% และสูตรที่ 4 แผ่นอัดเส้นใยมะพร้าว 50% ผสมขุยมะพร้าว 50% มาพิจารณาแนวทางการออกแบบผลิตภัณฑ์ โดยคำนึงถึงคุณสมบัติของวัสดุด้านความแข็งแรง การคงรูป น้ำหนัก พื้นผิว และความเหมาะสมต่อการใช้งานจริง แผ่นอัดเส้นใยมะพร้าว 100% มีความเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ที่ต้องการความแข็งแรงและรับแรงได้ในระดับหนึ่ง เช่น แผ่นรองภาชนะ ของใช้ขนาดเล็ก หรือส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ชุมชน ส่วนแผ่นอัดเส้นใยมะพร้าว 50% ผสมขุยมะพร้าว 50% เหมาะสำหรับผลิตภัณฑ์ที่เน้นงานตกแต่ง น้ำหนักเบา หรือไม่ต้องรับแรงมาก

คณะผู้วิจัยได้นำองค์ความรู้จากกระบวนการอัดแผ่นวัสดุเหลือใช้จากมะพร้าว ไปจัดกิจกรรมถ่ายทอดเทคโนโลยี และอบรมเชิงปฏิบัติการ ณ เทศบาลเมืองสามค้ายเผือก เริ่มตั้งแต่การให้ความรู้วัสดุเหลือใช้มะพร้าว การปฏิบัติทดลองอัดแผ่นเส้นใยมะพร้าว และการนำมาประยุกต์เป็นผลิตภัณฑ์ คณะผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มเครือข่ายสตรีแม่บ้านสามค้ายเผือก จำนวน 30 คน ใช้ระยะเวลา 1 วัน กิจกรรมถ่ายทอดเทคโนโลยี และอบรมเชิงปฏิบัติการ แสดงดังภาพที่ 2 และผลการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อโครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตแผ่นอัดจากวัสดุเหลือใช้มะพร้าว รายละเอียดดังตารางที่ 4



ภาพที่ 2 กิจกรรมการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตแผ่นอัดจากวัสดุเหลือใช้มะพร้าว

ตารางที่ 4 ผลการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อกิจกรรมโครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตแผ่นอัดจากวัสดุเหลือใช้มะพร้าว

เกณฑ์การประเมิน	คะแนนการประเมิน		
	$\bar{X}$	S.D.	ความหมาย
1. ด้านระยะการดำเนินงาน			
ความเหมาะสมของระยะเวลา และสถานที่ในการจัดโครงการ	4.00	0.73	มาก
การอำนวยความสะดวกต่อผู้เข้าร่วมโครงการ	4.20	0.52	มาก
ค่าเฉลี่ยรวมรายด้าน	4.10	0.64	มาก
2. ด้านกระบวนการถ่ายทอดองค์ความรู้			
การถ่ายทอดองค์ความรู้ มีความชัดเจนและเข้าใจง่าย	4.35	0.59	มาก
เปิดโอกาสให้ซักถามและตอบคำถาม มีความชัดเจน	4.35	0.59	มาก
กระบวนการ และวิธีถ่ายทอดองค์ความรู้มีความน่าสนใจ	4.25	0.55	มาก
ค่าเฉลี่ยรวมรายด้าน	4.32	0.57	มาก
3. ด้านการเรียนรู้และประยุกต์ใช้			
นำความรู้ที่ได้ไปส่งเสริมหรือพัฒนาชุมชนให้ดียิ่งขึ้น	4.30	0.57	มาก
ได้รับทักษะความรู้และประสบการณ์ใหม่	4.50	0.61	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวมรายด้าน	4.40	0.59	มาก
4. ด้านภาพรวมของกิจกรรมโครงการ			
ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมของโครงการ	4.35	0.59	มาก
เนื้อหาสาระความรู้จากโครงการ	4.50	0.61	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวมรายด้าน	4.43	0.60	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.31	0.59	มาก



จากตารางที่ 4 ผลการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อกิจกรรมโครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตแผ่นอัดจากวัสดุเหลือใช้มะพร้าว พบว่า ผู้เข้าร่วมโครงการมีความพึงพอใจโดยภาพรวมพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.31$, S.D. = 0.59) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจสูงสุด คือ ด้านภาพรวมของกิจกรรมโครงการ ความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.43$, S.D. = 0.60) รองลงมา คือ ด้านการเรียนรู้และประยุกต์ใช้ความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.40$, S.D. = 0.59) และด้านกระบวนการถ่ายทอดองค์ความรู้ ความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.32$, S.D. = 0.57) ส่วนด้านที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด แต่ยังคงความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก คือ ด้านระยะการดำเนินงาน ($\bar{X} = 4.10$, S.D. = 0.64)

เมื่อเจาะลึกในข้อย่อยที่มีค่าเฉลี่ยคะแนนสูงสุด ความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุดมีอยู่ 2 ประเด็นหลัก ได้แก่ เกษตรกรได้รับทักษะความรู้และประสบการณ์ใหม่จากการเข้าร่วมโครงการ ($\bar{X} = 4.50$, S.D. = 0.61) และมีความพึงพอใจต่อเนื้อหาสาระความรู้ที่ได้รับจากโครงการ ($\bar{X} = 4.50$, S.D. = 0.61) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเนื้อหาหลักสูตรและกระบวนการแปรรูปวัสดุเหลือใช้จากมะพร้าวที่นำมาถ่ายทอดนั้น สามารถตอบโจทย์และสร้างการเรียนรู้สิ่งใหม่ให้แก่ชุมชนได้

อภิปรายผล

จากการวิจัยเรื่อง การพัฒนาแผ่นอัดเส้นใยมะพร้าวเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มจากวัสดุเหลือใช้ตามแนวคิดเศรษฐกิจหมุนเวียน กรณีศึกษาชุมชนเกษตรกรสวนมะพร้าว ตำบลสามควายเผือก อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม ในวัตถุประสงค์การศึกษาแนวทางการเพิ่มมูลค่าวัสดุเหลือใช้จากมะพร้าวตามแนวคิดเศรษฐกิจหมุนเวียน วิเคราะห์ข้อมูลด้วย TOWS Matrix พบว่า ชุมชนควรมุ่งพัฒนาผลิตภัณฑ์รักษ์โลกที่มีมูลค่าเพิ่มจากเส้นใยและกะลามะพร้าว เช่น แผ่นอัด แผ่นฉนวน วัสดุตกแต่ง และบรรจุภัณฑ์กันกระแทก เหมาะสำหรับการผลิตวัสดุทางเลือกที่ยั่งยืนและใช้งานได้จริงแทนโฟม (Kaur, H. et al., 2026) ชุมชนควรอาศัยความร่วมมือและแรงสนับสนุนจากสถาบันการศึกษา หน่วยงานภาครัฐ และเทศบาลในพื้นที่ โดยร่วมมือระหว่างผู้จัดทำรายอุตสาหกรรมขนาดเล็ก และภาคส่วนที่มีศักยภาพนี้ จะช่วยสร้างโอกาสทางธุรกิจและขับเคลื่อนเศรษฐกิจหมุนเวียนผ่านแนวทาง “จากของเสียสู่ผลกำไร” ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Ighalo, J. O. et al., 2023) อีกทั้งในการให้ความสำคัญกับนวัตกรรมท้องถิ่นยังเป็นกลไกหลักที่ส่งเสริมความยั่งยืนในประเทศที่กำลังพัฒนา โดยภาครัฐต้องร่วมมือกับภาคเอกชนและบริษัทรีไซเคิลเพื่อร่วมลงทุนพัฒนานวัตกรรม และผลักดันผลิตภัณฑ์แปรรูปที่มีคุณภาพเข้าสู่ตลาดอย่างต่อเนื่อง (Ncube, A. et al., 2023); (Doe, B. et al., 2023) ในวัตถุประสงค์การพัฒนาแผ่นอัดจากวัสดุเหลือใช้มะพร้าว พบว่า สูตรที่ใช้เส้นใยมะพร้าว 100% ร่วมกับสารประสาน CMC ที่ผ่านกระบวนการอัดร้อนที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที ให้ผลเหมาะสมที่สุดโดยแผ่นอัดมีผิวเรียบ หนาแน่นสม่ำเสมอ และมีสมบัติทางกายภาพและเชิงกล ได้แก่ ค่าความต้านแรงดัด (MOR) และค่ามอดูลัสยืดหยุ่น (MOE) สูงกว่าสูตรผสมขุยมะพร้าว และผ่านเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 876 - 247 เนื่องจากเส้นใยมะพร้าวเป็นเส้นใยยาว สามารถยึดเกาะโครงสร้างภายในและรับแรงดัดได้ดีกว่าขุยมะพร้าวที่มีลักษณะเป็นอนุภาคละเอียด (Samir, A. et al., 2022) ทั้งนี้ เส้นใยธรรมชาติมีข้อดีด้านน้ำหนักที่เบา มีต้นทุนต่ำ และเป็นวัสดุหมุนเวียนที่หาได้ง่าย รวมทั้งไม่ก่ออันตรายในกระบวนการผลิต (Islam, M. Z. et al., 2022) ซึ่งคุณสมบัติดังกล่าวส่งผลให้แผ่นอัดเส้นใยมะพร้าวมีสมบัติเชิงกลที่ดี มีความหนาแน่นต่ำ และสามารถพัฒนาเป็นวัสดุทางเลือกทดแทนเส้นใยสังเคราะห์ใช้เป็นผลิตภัณฑ์ในร่มที่ไม่ต้องรับแรงมาก (Martinelli, F. R. B. et al., 2023); (ครุฑิต คำลังกล้า, 2567) แม้ว่าแผ่นอัดจากเส้นใยธรรมชาติอาจมีคุณภาพบางประการด้อยกว่าวัสดุสังเคราะห์ แต่มีความแข็งแรงเพียงพอในการพัฒนาเป็นวัสดุคอมโพสิตสำหรับงานสถาปัตยกรรมและการออกแบบภายในเชิงพาณิชย์ (Nissar, M. et al., 2025) ในวัตถุประสงค์การถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตแผ่นอัดจากวัสดุเหลือใช้จากมะพร้าวสู่ชุมชน พบว่า ผู้เข้าร่วมโครงการมีความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ทั้งด้านการได้รับความรู้

ทักษะ ประสบการณ์ใหม่ และความเหมาะสมของเนื้อหาการอบรม สิ่งนี้สะท้อนว่ากระบวนการถ่ายทอดองค์ความรู้ และการฝึกปฏิบัติสามารถพัฒนาศักยภาพของชุมชนได้จริง ทั้งนี้ การจัดฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อแปรรูปขยะให้เป็นผลิตภัณฑ์เพิ่มมูลค่า ถือเป็นกลไกสำคัญที่ช่วยให้คนในท้องถิ่นเกิดทักษะและมุมมองใหม่ในการจัดการทรัพยากรในพื้นที่ของตนเอง (Syafmaini, I. E. et al., 2025)

องค์ความรู้ใหม่

องค์ความรู้ใหม่จากการวิจัยครั้งนี้ใช้ชื่อโมเดลว่า “สามควายเผือกโมเดล” (SAM KHWAI PHUEAK MODEL) ซึ่งเป็นกรอบแนวคิดการพัฒนาผลิตภัณฑ์รักษ์โลกจากวัสดุเหลือใช้มะพร้าวในชุมชน โดยเริ่มจากการความร่วมมือจากทุกภาคส่วน วิเคราะห์คัดเลือกและบริหารจัดการวัตถุดิบ (Material Concept) ด้วยการศึกษาคุณลักษณะของวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่นอย่างเข้าใจ เพื่อจำแนกกลุ่มวัสดุที่มีศักยภาพสูงในการขึ้นรูปทรง และคัดกรองกลุ่มวัสดุที่มีข้อจำกัดออกไป ซึ่งช่วยให้สามารถควบคุมคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ได้ตั้งแต่ต้นทาง เช่น ใช้เส้นใยมะพร้าวอย่างเดียว หรือเส้นใยมะพร้าวผสมขุยมะพร้าว ซึ่งคุณสมบัติในด้านความเหนียว ยืดหยุ่น ยึดเกาะ และการขึ้นรูปได้เหมาะสมที่แตกต่างกัน ขณะเดียวกันสามารถคัดกรองวัสดุที่มีข้อจำกัดออกจากกระบวนการ จากนั้นนำเข้าสู่ส่วนวัตรกรรมการผลิตและกระบวนการหมุนเวียน (Process & Method) เช่น การสานเส้นใย การบด การอัดแผ่น การอัดแท่ง การหมัก และการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ใช้สอย ตลอดจนการออกแบบให้ผลิตภัณฑ์สามารถย่อยสลายกลับคืนสู่ธรรมชาติเพื่อหมุนเวียนประโยชน์กลับมาได้โดยไม่มีขยะเหลือทิ้ง (Zero Waste) โดยคำนึงถึงการหมุนเวียนทรัพยากรและการย่อยสลายกลับเป็นปุ๋ยหลังการใช้งาน สุดท้ายคือการนำองค์ความรู้ไปใช้จริงผ่านการวางแผนเชิงกลยุทธ์ และการใช้ประโยชน์จริง (Action & Output) การถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชน การประเมินผล และการต่อยอดผลิตภัณฑ์สู่เชิงพาณิชย์ โมเดลนี้จึงสะท้อนแนวทางการเปลี่ยนวัสดุเหลือใช้จากมะพร้าวให้เป็นผลิตภัณฑ์รักษ์โลกที่ช่วยลดของเสีย เพิ่มมูลค่า สร้างรายได้ และส่งเสริมเศรษฐกิจหมุนเวียนของชุมชนอย่างยั่งยืน ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 โมเดล “สามควายเผือกโมเดล” การพัฒนาผลิตภัณฑ์รักษ์โลกด้วยแนวคิดเศรษฐกิจหมุนเวียน



สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ได้ดังนี้ แนวทางการเพิ่มมูลค่าวัสดุเหลือใช้ ได้วิเคราะห์กลยุทธ์ในพื้นที่ตำบลสามควายเผือก อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม พบว่า ควรมุ่งพัฒนาผลิตภัณฑ์มูลค่าสูงจากเส้นใยและกะลามะพร้าว เช่น แผ่นอัด แผ่นฉนวน วัสดุตกแต่ง และบรรจุภัณฑ์กันกระแทก โดยอาศัยจุดแข็งด้านความอุดมสมบูรณ์ของวัตถุดิบและการสนับสนุนจากท้องถิ่น ควบคู่กับการยกระดับกระบวนการผลิตด้วยเทคโนโลยีและนวัตกรรมร่วมกับสถาบันการศึกษา เพื่อเปลี่ยนเศษวัสดุเหลือทิ้งเป็นผลิตภัณฑ์รักษ์โลกที่ตอบโจทย์ตลาดสีเขียว การพัฒนาแผ่นอัดจากวัสดุเหลือใช้โดยสูตรที่เหมาะสมที่สุด คือ เส้นใยมะพร้าว 100% ร่วมกับสารประสาน CMC ผ่านการอัดร้อนที่อุณหภูมิ 130°C เป็นเวลา 40 นาที ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีผิวเรียบ แข็งแรง และมีความหนาแน่นสม่ำเสมอ ทั้งยังมีสมบัติทางกายภาพและเชิงกล เช่น ค่าความต้านแรงดัด (MOR) และโมดูลัสยืดหยุ่น (MOE) ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 876-2547 ซึ่งดีกว่าสูตรผสมขี้เถ้ามะพร้าว ในการถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนพบว่าผู้เข้าร่วมโครงการมีความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับมาก จากการได้รับความรู้ ทักษะ และประสบการณ์ใหม่ ซึ่งนำไปสู่การสร้าง “สามควายเผือกโมเดล” เพื่อเป็นแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์รักษ์โลกในชุมชนอย่างยั่งยืน ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายและการขับเคลื่อนชุมชน โดยเทศบาลและองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นควรมีนโยบายเชิงรุกในการผลักดันให้เกิดศูนย์เรียนรู้และผลิตภัณฑ์ต้นแบบของชุมชน พร้อมทั้งจัดตั้งจุดรวบรวมและคัดแยกขยะมะพร้าวอย่างเป็นระบบ เพื่อควบคุมคุณภาพวัตถุดิบตั้งแต่ต้นทาง ควบคู่กับการสนับสนุนงบประมาณหรือเครื่องจักรแปรรูปขั้นต้นให้แก่กลุ่มแม่บ้านเกษตรกร เพื่อยกระดับและขยายกำลังการผลิตสู่เชิงพาณิชย์ต่อไป และข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป ควรขยายขอบเขตการศึกษาเกี่ยวกับเศษวัสดุส่วนอื่นที่ยังตกค้าง เช่น ทางมะพร้าว เปลือกมะพร้าวอ่อน หรือขี้เถ้ามะพร้าว ควบคู่กับการทดลองใช้สารประสานจากธรรมชาติชนิดใหม่ ๆ เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการทนความชื้นและการรับแรงดัด ซึ่งจะช่วยยกระดับการจัดการของเสียเหลือศูนย์ และขับเคลื่อนเศรษฐกิจหมุนเวียนในท้องถิ่นให้ครอบคลุมยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

บทความวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยเรื่อง “การยกระดับและเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุเหลือใช้มะพร้าวด้วยเทคโนโลยีนวัตกรรมสร้างสรรค์เพื่อสร้างเศรษฐกิจอย่างยั่งยืน กรณีศึกษาตำบลสามควายเผือก อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม” ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณรายได้อ.พ.ศ. 2565 ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาที่ดิน. (2566). เขตการใช้ที่ดินพืชเศรษฐกิจมะพร้าว ปี 2566. กรุงเทพมหานคร: กองนโยบายและแผนการใช้ที่ดิน.
- กรมส่งเสริมการเกษตร. (2566). แปลงใหญ่มะพร้าวบางคนที่นำวัสดุจากมะพร้าวแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์สร้างรายได้. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- ครรชิต กำลั๊งกล้า. (2567). แนวทางการเพิ่มมูลค่าวัสดุเหลือทิ้งจากกากกล้วยหอมทองสู่แผ่นใยไม้อัด สำหรับงานออกแบบผลิตภัณฑ์. วารสารสังคมศาสตร์และวัฒนธรรม, 8(2), 247-260.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2560). การวิจัยเบื้องต้น. (พิมพ์ครั้งที่ 10). กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น.
- วรพงศ์ บุญช่วยแทน และคณะ. (2566). การศึกษากระบวนการอัดขึ้นรูปและสมบัติทางกลของภาชนะบรรจุอาหารจากเส้นใยเปลือกมะพร้าว. วารสารวิชา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช, 42(2), 16-31.

- สำนักงานจังหวัดนครปฐม. (2567). แผนพัฒนาจังหวัดนครปฐม (พ.ศ. 2566 - 2570) ฉบับทบทวน ปี พ.ศ. 2569. นครปฐม: กลุ่มงานยุทธศาสตร์และข้อมูลเพื่อการพัฒนาจังหวัด.
- สำนักงานนโยบายและยุทธศาสตร์การค้า. (2568). โอกาสและศักยภาพการค้าของมะพร้าวผลแก่ไทย. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงพาณิชย์.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2565). สศก. เปิดผลศึกษาการวิเคราะห์เชิงเศรษฐกิจด้วยวัสดุเหลือใช้จากมะพร้าวอ่อน มาใช้ในอุตสาหกรรมต่อเนื่อง-พลังงานทางเลือก ตามแนวทาง BCG Model. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรที่ 10. (2568). รายงานผลการสำรวจเนื้อที่ยืนต้นมะพร้าวน้ำหอม ปี 2568 จังหวัดนครปฐม โดยใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ. ราชบุรี: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- Ahirwar, M. et al. (2024). Eco-sustainability with plant-based natural fibers. *International Journal of Plant and Environment*, 10(03), 25-35. <https://doi.org/10.18811/ijpen.v10i03.03>
- Anyanwu, L. et al. (2025). The circular economy and waste reduction: Zero waste movement implementation and product lifecycle extension through recycling innovation and industrial symbiosis. Preprint. Retrieved September 28, 2026, from <https://shorturl.asia/6Wadl>
- Atapattu, A. J. et al. (2024). Upcycling Coconut husk by-products: Transitioning from traditional applications to emerging high-value usages. Singapore: Springer Nature.
- Bawono, N. M. H. et al. (2025). Study of application of coconut coir fiber-based wood-based panels: A literature review. *Composites Part C: Open Access*.
- Doe, B. et al. (2023). Towards circular economy and local economic development in Ghana: Insights from the coconut waste value chain. *Circular Economy and Sustainability*, 3(1), 347-372. <https://doi.org/10.1007/s43615-022-00182-w>
- Gill, A. et al. (2026). Coconut byproducts-based extrudates: Development and characterization. Cambridge: Academic Press.
- Gonçalves, D. et al. (2021). Non-formaldehyde, bio-based adhesives for use in wood-based panel manufacturing industry-A review. *Polymers*, 13(23), 4086. <https://doi.org/10.3390/polym13234086>
- Hasan, K. F. et al. (2021). A state-of-the-art review on coir fiber-reinforced biocomposites. *Rsc Advances*, 11(18), 10548-10571. <https://doi.org/10.1039/d1ra00231g>
- Hoang, T.D. et al. (2024). Valorization of agriculture residues into value-added products: A comprehensive review of recent studies. *The Chemical Record*, 24(8), e202300333. <https://doi.org/10.1002/tcr.202300333>
- Ighalo, J. O. et al. (2023). Biochar from coconut residues: an overview of production, properties, and applications. *Industrial Crops and Products*, 204, 117300. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2023.117300>
- Islam, M. Z. et al. (2022). Green composites from natural fibers and biopolymers: A review on processing, properties, and applications. *Journal of Reinforced Plastics and Composites*, 41(13-14), 526-557. <https://doi.org/10.1177/07316844211058708>
- Johnson, V. B. et al. (2024). The future of coconut as an economic crop worldwide. London: GB. CABI.



- Kandpal, V. et al. (2024). Circular economy principles: Shifting towards sustainable prosperity. Cham: Springer Nature Switzerland.
- Kaur, H. et al. (2026). Agro-Waste-Based Cushioning Material for Sustainable Protective Packaging: A Comprehensive Review. *Journal of Packaging Technology and Research*, 10(2026), 1-17. <https://link.springer.com/article/10.1007/s41783-025-00198-1>
- Martinelli, F. R. B. et al. (2023). A review of the use of coconut fiber in cement composites. *Polymers*, 15(5), 1309. <https://doi.org/10.3390/polym15051309>
- Ncube, A. et al. (2023). Circular economy and green chemistry: the need for radical innovative approaches in the design for new products. *Energies*, 16(4), 1752. <https://doi.org/10.3390/en16041752>
- Nissar, M. et al. (2025). Coconut coir fiber composites for sustainable architecture: A comprehensive review of properties, processing, and applications. *Journal of Composites Science*, 9(10), 516. <https://doi.org/10.3390/jcs9100516>
- Nunes, L. A. et al. (2020). Waste green coconut shells: Diagnosis of the disposal and applications for use in other products. *Journal of Cleaner Production*, 255(2020), 120169. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120169>
- Obeng, G. Y. et al. (2020). Coconut wastes as bioresource for sustainable energy: Quantifying wastes, calorific values and emissions in Ghana. *Energies*, 13(9), 2178. <https://doi.org/10.3390/en13092178>
- Pandey, A. K. et al. (2025). Transforming agri-food waste: Innovative pathways toward a zero-waste circular economy. *Food Chemistry: X*, 28(2025), 102604. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2025.102604>
- Priya, K. et al. (2025). Transforming agricultural residues to value-added products: Waste to wealth. *Academic Press*, 6(2025), 69-85. <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-23679-2.00006-9>
- Samir, A. et al. (2022). Recent advances in biodegradable polymers for sustainable applications. *Npj Materials Degradation*, 6(1), 68. <https://doi.org/10.1038/s41529-022-00277-7>
- Stelte, W. et al. (2023). Coir from coconut processing waste as a raw material for applications beyond traditional uses. *BioResources*, 18(1), 2187. <https://doi.org/10.15376/biores.18.1.Stelte>
- Syafmaini, I. E. et al. (2025). The role of social communities in empowering communities through the transformation of waste into marketable products. *Journal of Character and Environment*, 3(1), 20-37. <https://doi.org/10.61511/jocae.v3i1.2025.1994>
- Vieira, F. et al. (2024). Coconut waste: Discovering sustainable approaches to advance a circulareconomy. *Sustainability*, 16(7), 3066. <https://doi.org/10.3390/su16073066>