การพัฒนากระถางจากเศษวัสดุเหลือใช้จากพืชน้ำมันสู่ผลิตภัณฑ์ชุมชนเพื่อสนับสนุนการท่องเที่ยวในอุทยานแห่งชาติผาแต้ม จังหวัดอุบลราชธานี ด้วยโครงงานสะตีม บีซีจี

สถาพร เรืองรุ่ง*, นพรัตน์ เชื้อคำฮด, อลงกรณ์ ทรัพย์ศิริ, จิตติพัฒน์ แสงโสม

โรงเรียนบ้านกุ่ม กลุ่มเครือข่ายสถานศึกษาที่ 14 (ผาแต้ม)
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุบลราชธานี เขต 3 อุบลราชธานี
*Corresponding author email: win.physics.1996@gmail.com

ได้รับบทความ: 27 มกราคม 2567
ได้รับบทความแก้ไข: 29 มิถุนายน 2567
ยอมรับตีพิมพ์: 10 กรกฎาคม 2567

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้วัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาอัตราส่วนระหว่างเศษวัสดุเหลือใช้จากพืชน้ำมัน และวัสดุประสานที่เหมาะสมในการขึ้นรูปด้วยแม่พิมพ์สำเร็จรูป 2) ศึกษาสมบัติทางกายภาพ” และ 3) ศึกษาความพึงพอใจต่อกระถางจากเศษวัสดุเหลือใช้จากพืชน้ำมัน ผลการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการขึ้นรูปด้วยแม่พิมพ์สำเร็จรูป สามารถขึ้นรูปได้ทั้ง 5 ชุดการทดลอง ผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพโดยการทดสอบความแข็งแรง พบว่า ชุดการทดลองทั้งหมดไม่มีการเปลี่ยนรูป ชุดการทดลองที่ 5 มีการดูดซับน้ำ และการพองตัวดีที่สุด มีค่าเท่ากับร้อยละ 16.68 และ 8.06 ตามลำดับ และชุดการทดลองที่ 4 มีการดูดซับความร้อนน้อยที่สุด มีค่าเท่ากับร้อยละ 2.22 เมื่อพิจารณาภาพรวมพบว่า ชุดการทดลองที่ 5 อัตราส่วน เปลือกมะพร้าว: กากปาล์ม: ตัวประสาน (3 : 3 : 4) เหมาะสมที่จะนำมาใช้เป็นกระถางต้นไม้มากที่สุด เนื่องจากมีความแข็งแรง มีการดูดซับน้ำ การพองตัวดีที่สุด และมีการดูดซับความร้อนที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช และสามารถเป็นผลิตภัณฑ์ชุมชนที่ใช้วัสดุอย่างคุ้มค่าเนื่องจากมีปริมาณตัวประสานน้อยที่สุด ดังผลการศึกษาความพึงพอใจต่อกระถางจากเศษวัสดุเหลือใช้จากพืชน้ำมันที่มีภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ: กระถางจากเศษวัสดุเหลือใช้จากพืชน้ำมัน/ สะตีมศึกษา/ ผลิตภัณฑ์ชุมชน/ โมเดลเศรษฐกิจบีซีจี/ การท่องเที่ยว

Development of Planters from Residual Materials of Oil Crops into Community Products to Support Tourism in Pha Taem National Park Ubon Ratchathani Province Using a STEAM BCG Project-Based Learning

Sathaphorn Ruengrung*, Noppharat Chueakhamhod, Alongkorn Supsiri, Jittiphat Saengsom

Ban Kum School, School Network Group No. 14 (Pha Taem),
Ubon Ratchathani Primary Educational Service Area Office 3,
Ubon Ratchathani
*Corresponding author email: win.physics.1996@gmail.com

Received: 27 January 2024
Revised: 29 June 2024
Accepted: 10 July 2024

Abstract

The objectives of this research are as follows: 1) To study the ratio of residual materials from oilseed plants and suitable binder materials for molding with a successful mold. 2) To study some physical properties of pots made from residual materials from oilseed plants. And 3) To study satisfaction with pots made from residual materials from oilseed plants. The study results show that the appropriate ratio for molding with a successful mold can be achieved in all 5 experimental sets. The study results of certain physical properties through strength testing indicate that all experimental sets are generally in good condition. Experimental set 5 exhibited the best water absorption and expansion properties, with values of 16.68 and 8.06 percent, respectively. And experimental set 4 exhibited the least heat absorption, with a value of 2.22 percent. When considering the overall picture, it was found that the ratio in experimental set 5, consisting of coconut husk: palm fiber:

binder (3:3:4), is most suitable for use as plant pots. Due to its strength, optimal water absorption, and excellent expansion properties, this set exhibits the most suitable characteristics for the growth of plants. Additionally, it can be a cost-effective and environmentally friendly product as it has the least amount of binder material, making it a valuable material for community products. As per the study results, satisfaction with pots made from residual materials from oilseed plants is at the highest level.

Keywords: Pots from residual materials from oilseed plants/ STEAM/ Community product/ BCG/ Tourism

บทนำ

ผลกระทบของเศรษฐกิจไทยในปัจจุบัน ไม่ว่าจะเป็นการฟื้นตัวของอุปสงค์ภายในประเทศจากสถานการณ์ COVID-19 ความยืดเยื้อของสถานการณ์ความขัดแย้งระหว่างรัสเซียและยูเครนที่ส่งผลกระทบต่อราคาพลังงาน และสินค้าโภคภัณฑ์ ซึ่งส่งผ่านไปยังต้นทุนของภาคครัวเรือน และภาคธุรกิจ [1] ทำให้ราคาสินค้า พืชผัก มีราคาสูงขึ้น ดังนั้นปัจจุบันจึงมีการพัฒนาเศรษฐกิจแบบองค์รวม BCG Model ที่จะพัฒนาเศรษฐกิจ 3 มิติ ไปพร้อมกัน ได้แก่ เศรษฐกิจชีวภาพ (Bioeconomy) มุ่งเน้นการใช้ทรัพยากรชีวภาพเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม โดยเน้นการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์มูลค่าสูง เชื่อมโยงกับ เศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular Economy) คำนึงถึงการนำวัสดุต่าง ๆ กลับมาใช้ประโยชน์ให้มากที่สุด และทั้ง 2 เศรษฐกิจนี้อยู่ภายใต้เศรษฐกิจสีเขียว (Green Economy) ซึ่งเป็นการพัฒนาเศรษฐกิจที่ไม่ได้มุ่งเน้นเพียงการพัฒนาเศรษฐกิจเท่านั้น แต่ต้องพัฒนาควบคู่ไปกับการพัฒนาสังคมและการรักษาสิ่งแวดล้อมได้อย่างสมดุลให้เกิดความมั่นคงและยั่งยืนไปพร้อมกัน [2]

STEAM education ต่อยอดมาจากแนวคิด STEM education โดยการเพิ่มศิลปะ (Art) ศาสตร์ที่สร้างความสมดุลด้านจิตใจ ความรู้สึก ความสุนทรีย์ และความคิดสร้างสร้างสรรค์ของคนทำงานด้านสะเต็ม ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์ สร้างแรงบันดาลใจ ความสุขในการเรียนรู้ สู่การเติบโตอย่างสมดุล การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้วยความคิดสร้างสรรค์อาจนำไปสู่วินัยในการเป็นนักวิทยาศาสตร์ และเพิ่มพูนทักษะในการแก้ปัญหา [3] และจากพิจารณาในภาคการศึกษาและปัญหาเกี่ยวกับสะเต็มศึกษาที่ผ่านมาของชาตรี ฝ่ายคำตา และคณะ [4] พบว่าโมเดลเศรษฐกิจบีซีจีเป็นรากฐานสำคัญที่ภาคการศึกษาจำเป็นต้องพิจารณาเป็นอับดับแรกสำหรับการออกแบบหลักสูตรและกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพื่อให้เป็นไปตามเป้าหมายของการพัฒนาที่ยั่งยืน การพัฒนาสมรรถนะหลัก และการมีสุขภาวะของผู้เรียน ซึ่งการจัดการเรียนรู้ STEM และ STEAM ตามโมเดลเศรษฐกิจบีซีจี สู่ผู้เรียน คือ การนำเอาลักษณะสำคัญของสะเต็มศึกษา โมเดลเศรษฐกิจบีซีจี และบริบทชุมชนหรือภูมิปัญญาท้องถิ่นมาบูรณาการเพื่อให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะหลัก และนำไปสู่การเป็นผู้มีสุขภาวะ ซึ่งสอดคล้องกับกรอบการศึกษาเพื่อพัฒนาอย่างยั่งยืน

โรงเรียนบ้านกุ่ม ตั้งอยู่หมู่ที่ 3 ตำบลห้วยไผ่ อำเภอโขงเจียม จังหวัดอุบลราชธานี อยู่ในบริเวณที่ราบริมแม่น้ำโขงทางตอนใต้อุทยานแห่งชาติผาแต้ม ที่มีลักษณะเป็นหน้าผาสูงชันมีความสวยงามตามธรรมชาติ บริเวณผนังหน้าผาด้านล่างปรากฏภาพเขียนสีก่อน

ประวัติศาสตร์เรียงรายอยู่ประมาณ 300 ภาพ เป็นสถานที่ท่องเที่ยวที่สำคัญของจังหวัดอุบลราชธานี ซึ่งมีนักท่องเที่ยวจำนวนมากเดินทางมาเที่ยวชมตลอดทั้งปี ชาวบ้านกุ่มประกอบอาชีพที่หลากหลายทั้งอาชีพเกษตรกร ประมงน้ำจืด และค้าขาย อีกทั้งบริเวณดังกล่าวยังมีพืชผลทางการเกษตร อาทิ มะพร้าว ปาล์มน้ำมัน กล้วย ส้มโอ ลำไย มันสำปะหลัง ข้าว ฝ้าย ยางพารา เป็นต้น ซึ่งในปัจจุบันพบปัญหาขยะจากพืชผลทางการเกษตรในชุมชน และขยะในโรงเรียน จึงมีการส่งเสริม สนับสนุนการสร้างเครือข่ายสถานศึกษาที่ดำเนินกิจกรรม ลด คัดแยก และนำขยะกลับมาใช้ประโยชน์ การรวบรวมขยะเพื่อส่งไปกำจัดอย่างถูกต้อง ปลูกฝังจิตสำนึก การลด คัดแยกขยะ และนำขยะกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ในสถานศึกษา สร้างระบบการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมต่าง ๆ และส่งเสริมการมีส่วนร่วมของผู้เรียนในการจัดการขยะภายในสถานศึกษา เพื่อมุ่งสู่สถานศึกษาปลอดขยะอย่างแท้จริงผ่านโครงการ Zero Waste School [5] นอกจากนี้การประกอบอาชีพของคนในชุมชนบ้านกุ่มที่สำคัญ คือ การค้าขายสินค้าให้กับนักท่องเที่ยวที่เข้ามาท่องเที่ยวในเขตอุทยานแห่งชาติผาแต้ม ซึ่งสินค้าส่วนใหญ่เป็นพืชผลทางการเกษตร อาทิ มะพร้าว น้ำมะพร้าว กล้วย กล้วยฉาบ กล้วยแช่อิ่ม และพืชผลที่มีอยู่ในป่า อาทิ เมล็ดกะบก มะขามเปรี้ยว หน่อไม้ เป็นต้น การประกอบอาชีพดังกล่าวเป็นการจัดการทุนของท้องถิ่น อาทิ ผลผลิตทางการเกษตร ทรัพยากรความรู้ ภูมิปัญญา วัฒนธรรม ประเพณีของท้องถิ่นอย่างสร้างสรรค์เพื่อการพึ่งพาตนเอง แต่ยังมีปัญหาด้านการจัดการองค์ความรู้และการบูรณาการศาสตร์ต่าง ๆ เข้ามาช่วยในการแก้ปัญหาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน โดยเฉพาะที่เป็นพืชผลทางการเกษตรที่มีอยู่จำนวนมากที่วางขายในซุ้มทั้ง 2 ข้างทางของหมู่บ้าน พืชผลทางการเกษตรถูกนำมาวางขาย เช่น มะพร้าวนำมาใช้ทำกะทิเพื่อทำเป็นขนม ขายผลสด หรือขายเฉพาะน้ำ ส่วนเปลือกมะพร้าวก็ถูกทิ้งให้เน่าเปื่อยตามธรรมชาติ ส่วนปาล์มน้ำมันเนื่องจากสภาพแวดล้อมบริเวณอุทยานแห่งชาติผาแต้มไม่เหมาะสมต่อการปลูกและการดูแลที่ยากทำให้ปาล์มน้ำมันของชาวบ้านได้ผลผลิตที่ไม่น่าพอใจทำให้ชาวบ้านตัดต้นและผลปาล์มทิ้งและนำพืชอื่น ๆ มาปลูกแทนทำให้มีขยะจากพืชผลทางการเกษตรเพิ่มขึ้นจากบริบทข้างต้น จากการศึกษาข้อมูลจากหนังสือสารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ เล่ม 19 ระบุประโยชน์ของพืชน้ำมัน ว่าทั้งเปลือกมะพร้าวและปาล์มสามารถแยกเอาเส้นใยมาใช้ทำเชือกวัสดุทำเบาะและที่นอน หรือขุยมะพร้าวใช้ทำวัสดุเพาะชำต้นไม้หรือสิ่งทอ [6] ซึ่งเส้นใยของพืชส่งผลที่ดีต่อสมบัติทางกล คือ มีการต้านแรงดัดโค้ง การต้านแรงดึง และการต้านแรงกระแทกอย่างมีนัยสำคัญ [7] เหมาะสำหรับการนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ชุมชน

ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงนำแนวคิดองค์ความรู้ที่ได้จากหนังสือสารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ เกี่ยวกับพืชน้ำมัน (ปาล์ม และมะพร้าว) BCG Model โครงการ Zero Waste School และใช้บริบทที่อยู่ท่ามกลางธรรมชาติ และแหล่งท่องเที่ยว ใช้วัสดุที่มีในท้องถิ่น คือ พืชน้ำมัน (ปาล์ม และมะพร้าว) มาศึกษาและพัฒนา “กระถางจากเศษวัสดุเหลือใช้จากพืชน้ำมันย้อมสีธรรมชาติจากพันธุ์ไม้ในท้องถิ่นผาแต้ม” ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นในการพัฒนาต่อยอดเป็นสินค้าของที่ระลึกสนับสนุนการท่องเที่ยว ตลอดจนเป็นแนวทางในการสร้างรายได้เสริมให้คนในท้องถิ่น โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาอัตราส่วนระหว่างเศษวัสดุเหลือใช้จากพืชน้ำมันและวัสดุประสานที่เหมาะสมในการขึ้นรูปด้วยแม่พิมพ์สำเร็จรูป เพื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ความแข็งแรง การดูดซับน้ำ การพองตัว และการดูดซับความร้อนของกระถางจากเศษวัสดุเหลือใช้จากพืชน้ำมัน และเพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวเขตอุทยานแห่งชาติผาแต้มต่อกระถางเศษวัสดุเหลือใช้จากพืชน้ำมัน

วัสดุและวิธีการ

คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนโครงงานสะตีมศึกษา 6 ขั้นตอน จากรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา “6Ds Model” ของเอกสิทธิ์ ชนินทรภูมิ [8] ดังนี้

1. ขั้นระบุปัญหา (Define)

คณะผู้วิจัยลงพื้นที่ศึกษาปัญหาในโรงเรียน และในชุมชนบ้านกุ่ม พบปัญหาขยะจากพืชผลทางการเกษตรโดยเฉพาะพืชน้ำมันคือ ปาล์ม และมะพร้าว ที่มีอยู่จำนวนมาก มีเส้นใยหรือสมบัติที่ดีในการนำมาทำเป็นของใช้ต่าง ๆ และจากการสอบถามคนในชุมชน พบว่า มีความต้องการให้นำไปสร้างเป็นสินค้า หรือผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ ที่น่าสนใจมาวางจำหน่ายให้นักท่องเที่ยว คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะสร้าง “กระถางจากเศษวัสดุเหลือใช้จากพืชน้ำมัน” โดยใช้แนวคิด BCG Model แนวจากโครงการ Zero Waste School และบริบทที่อยู่ท่ามกลางอุทยานแห่งชาติผาแต้มมาใช้ในการสร้างชิ้นงานในครั้งนี้ร่วมด้วย

2. ขั้นรวบรวมข้อมูล (Discover)

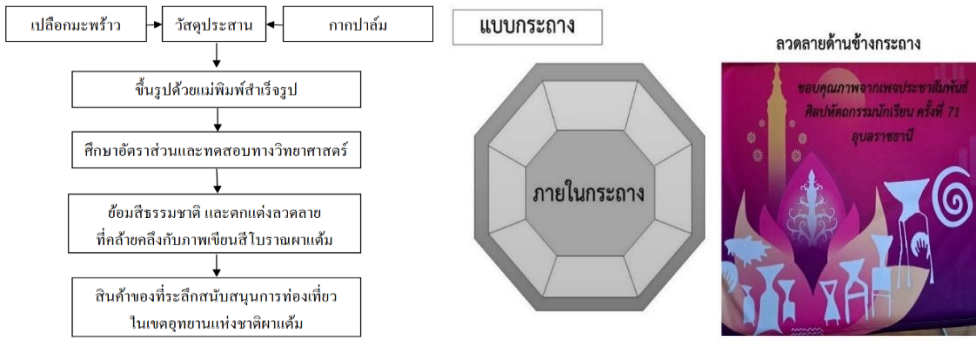
คณะผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับพืชน้ำมัน กาวซีเมนต์ และสีธรรมชาติ และรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการเตรียมเศษวัสดุเหลือใช้จากพืชน้ำมัน และการเตรียมสีธรรมชาติ โดยกำหนดและใช้วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้ 1) เศษวัสดุเหลือใช้จากพืชน้ำมัน คือ เปลือกมะพร้าว และกากปาล์ม ดังภาพที่ 1 2) ตัวประสาน คือ ปูนกาวซีเมนต์ 3)

วัสดุให้สี คือ สีน้ำตาลจากเปลือกมะพร้าว ต้นประดู่ และสีทาบ้าน 4) อุปกรณ์ ได้แก่ ที่ตักถัง หม้อ ที่บดวัสดุทดแทน กะละมัง และถาด และ 5) เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ ไม้บรรทัด ตลับเมตร เวอร์เนียคาลิปเปอร์ เครื่องชั่งอย่างละเอียด และเครื่องวัดอุณหภูมิ-ความชื้นแบบดิจิทัล

ภาพที่ 1 เปลือกมะพร้าว และกากปาล์ม

3. ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Distribute)

คณะผู้วิจัยได้ออกแบบขั้นตอน และได้ออกแบบแม่พิมพ์ และใช้ลวดลายดังภาพที่ 2 และกำหนดชุดการทดลองออกเป็น 5 ชุดการทดลองกับ 1 ชุดควบคุมดังตารางที่ 1 ดังนี้



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการแก้ไข/พัฒนา และแบบกระถาง และลวดลาย

ตารางที่ 1 อัตราส่วนของเศษวัสดุเหลือใช้จากพืชน้ำมัน และตัวประสาน

ชุดการทดลองที่	อัตราส่วน		
	เปลือกมะพร้าว	กากปาล์ม	ตัวประสาน
1	1.0	1.0	8.0
2	1.5	1.5	7.0
3	2.0	2.0	6.0
4	2.5	2.5	5.0
5	3.0	3.0	4.0
ชุดควบคุม	0.0	0.0	10.0

หมายเหตุ: สัดส่วนโดยปริมาตรจากการตวงด้วยกระบอกตวง

4. ขั้นพัฒนา (Develop)

โดยคณะผู้วิจัยดำเนินการตวงเศษวัสดุเหลือใช้จากพืชน้ำมัน และตัวประสานตามอัตราส่วนที่กำหนดไว้ในขั้นตอนที่ 3 (ตารางที่ 1) แล้วนำมาผสมกันในถัง เติมน้ำ 1 ส่วน คนให้เข้ากัน และตักใส่แม่พิมพ์ทิ้งไว้ให้แห้งประมาณ 1 วัน หลังจากดำเนินการในขั้นที่ 5 ทดสอบประเมินผล ปรับปรุง คณะผู้วิจัยดำเนินการย้อมสีธรรมชาติจากเปลือกมะพร้าวต้มและวาดภาพระบายสีตกแต่งลวดลายที่คล้ายคลึงกับภาพเขียนสีโบราณผาแต้มด้วยสีทาบ้าน

5. การทดสอบและประเมินผล (Decision)

5.1 ทดสอบความแข็งแรง โดยนำกระถางจากเศษวัสดุเหลือใช้จากพืชน้ำมันไปทดสอบการกดทับ (แรงกดทับ) ด้วยอิฐบล็อก จำนวน 5 ก้อน (30 กิโลกรัม) บันทึกผลที่เกิดขึ้น [9]

5.2 ทดสอบการดูดซับน้ำ

5.2.1 ชั่งมวลตัวอย่างกระถางจากเศษวัสดุเหลือใช้จากพืชน้ำมันก่อนแช่น้ำ บันทึกค่าที่อ่านได้จากเครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง

5.2.2 นำไปแช่น้ำเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง นำมาชั่งมวลจนกระทั่งมวลคงที่ คำนวณมวลที่เพิ่มขึ้น แล้วคำนวณค่าการดูดซับน้ำของกระถางจากเศษวัสดุเหลือใช้จากพืชน้ำมัน ดังสมการต่อไปนี้ [10]

$$\text{การดูดซับน้ำ} = \frac{|\text{มวลของตัวอย่างกระถางก่อนแช่น้ำ} - \text{หลังแช่น้ำ}|}{\text{มวลของตัวอย่างกระถางก่อนแช่น้ำ}} \times 100 \qquad (1)$$

5.3 ทดสอบการพองตัว

5.3.1 วัดความหนาของตัวอย่างกระถางจากเศษวัสดุเหลือใช้จากพืชน้ำมันก่อนแช่น้ำบันทึกค่าที่อ่านได้จากเวอร์เนียคาลิปเปอร์

5.3.2 นำไปแช่น้ำเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง แล้วจึงนำตัวอย่างกระถางขึ้นจากน้ำ และนำไปวัดความหนาตามตำแหน่งเดิมเป็นความหนาหลังแช่น้ำ แล้วคำนวณค่าการพองตัว ดังสมการต่อไปนี้ [10]

$$\text{การพองตัว} = \frac{|\text{ความหนาของตัวอย่างกระถางก่อน-หลังแช่น้ำ}|}{\text{ความหนาของตัวอย่างกระถางก่อนแช่น้ำ}} \times 100 \qquad (2)$$

5.4 การทดสอบการดูดซับความร้อน

5.4.1 วัดอุณภูมิของตัวอย่างกระถางจากเศษวัสดุเหลือใช้จากพืชน้ำมันก่อนนำไปตากแดด บันทึกค่าที่อ่านได้จากเครื่องวัดอุณหภูมิ-ความชื้นแบบดิจิตอล

5.4.2 นำไปตั้งไว้กลางแดดเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิขณะหนึ่ง (ณ เวลา 12.00 น. ถึง 14.00 น. วันที่ 15 มิถุนายน 2566) พร้อมบันทึกอุณหภูมิ แล้วจึงนำตัวอย่างกระถางเข้ามาที่อุณหภูมิห้องปกติ ตรวจวัดอุณหภูมิกระถางหลังตาก แล้วคำนวณการดูดซับความร้อนดังสมการต่อไปนี้ [11]

$$\text{การดูดซับความร้อน} = \frac{|\text{อุณหภูมิของตัวอย่างกระถางก่อน-หลังตาก}|}{\text{อุณหภูมิของตัวอย่างกระถางก่อนตาก}} \times 100 \qquad (3)$$

6. ขั้นนำเสนอผลลัพธ์ (Display)

6.1 คณะผู้วิจัยนำเสนอชิ้นงานในรูปแบบโครงงานวิทยาศาสตร์ดังภาพที่ 2

6.2 หลังจากคณะผู้วิจัยนำเสนอชิ้นงานเสร็จได้นำแบบสอบถามความพึงพอใจให้กับกลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักท่องเที่ยว คนในชุมชน ครู และนักเรียน ในเขตอุทยานแห่งชาติผาแต้มประเมินความพึงพอใจระหว่าง วันที่ 15 พฤษภาคม 2566 ถึง วันที่ 31 สิงหาคม 2566 ดังภาพที่ 3 โดยผู้ตอบแบบสอบถามผู้วิจัยใช้วิธีการสุ่มแบบบังเอิญ (Accidental sampling) จากผู้ที่เดินทางมาท่องเที่ยวและเยี่ยมชมนิทรรศการและผลงาน โดยได้ข้อมูลมาทั้งหมด จำนวน 30 ชุดจากผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 30 คน แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และแปลผลตามเกณฑ์ระดับความพึงพอใจกระถางจากเศษวัสดุเหลือใช้จากพืชน้ำมัน

ภาพที่ 3 การนำเสนอชิ้นงาน

6.3 ทำการวิเคราะห์หาชุดทดลองที่มีความเหมาะสมมากที่สุด โดยพิจารณาจาก ได้แก่ ความแข็งแรง การดูดซับน้ำ การพองตัว และการดูดซับความร้อน และผลจากการศึกษาความพึงพอใจต่อกระถางจากเศษวัสดุเหลือใช้จากพืชน้ำมัน

ผลการศึกษา

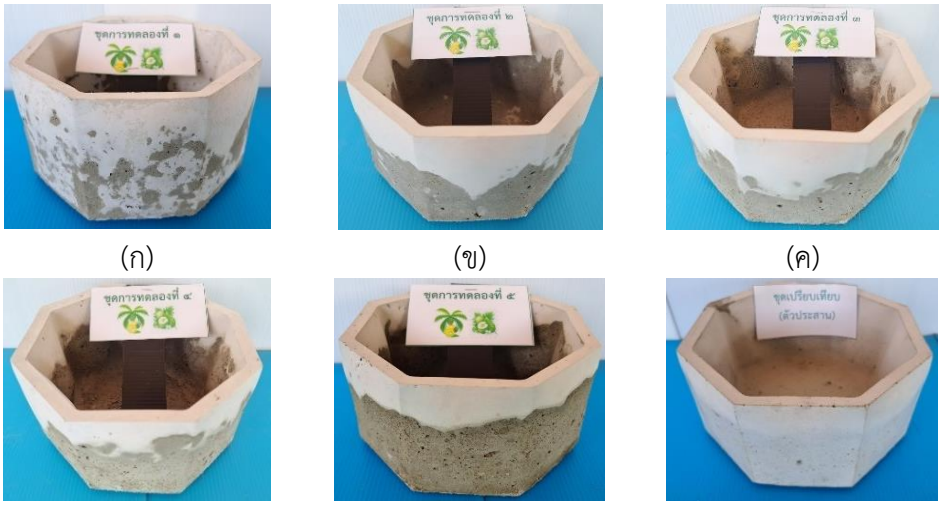
ผลการวิจัยในครั้งนี้ได้แสดงผลการศึกษาอัตราส่วนและรูปแบบที่เหมาะสมในขึ้นรูปเป็นกระถางจากเศษวัสดุเหลือใช้จากพืชน้ำมัน ผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพ และผลประเมินความพึงพอใจต่อกระถางแสดงผลการดำเนินการดังนี้

1. ผลการศึกษาอัตราส่วนระหว่างเศษวัสดุเหลือใช้จากพืชน้ำมัน และวัสดุประสาน

ตารางที่ 2 ผลการศึกษาอัตราส่วนระหว่างเศษวัสดุเหลือใช้จากพืชน้ำมันและวัสดุประสาน

ชุดการทดลองที่	อัตราส่วน			ผลการขึ้นรูป	
	เปลือกมะพร้าว	กากปาล์ม	ตัวประสาน	มวล (กรัม)	การขึ้นรูป
1	1.0	1.0	8.0	1035	ขึ้นรูปได้
2	1.5	1.5	7.0	962	ขึ้นรูปได้
3	2.0	2.0	6.0	998	ขึ้นรูปได้
4	2.5	2.5	5.0	1011	ขึ้นรูปได้
5	3.0	3.0	4.0	953	ขึ้นรูปได้
ชุดควบคุม	0.0	0.0	10.0	893	ขึ้นรูปได้

จากตารางที่ 2 ผลการศึกษาอัตราส่วนระหว่างเศษวัสดุเหลือใช้จากพืชน้ำมันและวัสดุประสาน ที่เหมาะสมในการขึ้นรูปด้วยแม่พิมพ์สำเร็จรูปสามารถขึ้นรูปได้ทั้ง 5 ชุดการทดลอง ดังภาพที่ 4



(ก) (ข) (ค)

(ง) (จ) (ฉ)

ภาพที่ 4 กระถางที่ขึ้นรูปด้วยแม่พิมพ์สำเร็จรูปตามอัตราส่วนที่กำหนดดังตารางที่ 1 ชุดการทดลองที่ 1 (ก) ชุดการทดลองที่ 2 (ข) ชุดการทดลองที่ 3 (ค) ชุดการทดลองที่ 4 (ง) ชุดการทดลองที่ 5 (จ) ชุดควบคุม (ฉ)

จากภาพที่ 4 จะเห็นลักษณะที่เกิดขึ้นเมื่อผสมเศษวัสดุเหลือใช้จากพืชน้ำมัน (เปลือกมะพร้าว กากปาล์ม) และตัวประสาน (ปูนกาวซีเมนต์) ตามอัตราส่วนที่กำหนด โดยภาพชุดการทดลองที่ 1 (ก) ชุดการทดลองที่ 2 (ข) ชุดการทดลองที่ 3 (ค) ชุดการทดลองที่ 4 (ง) ชุดการทดลองที่ 5 (จ) มีลักษณะสีที่เห็นแปรผลตามวัสดุทดแทนที่ผสมลงไปต่างจากชุดควบคุม (ฉ) ที่มีลักษณะเป็นสีขาว ๆ

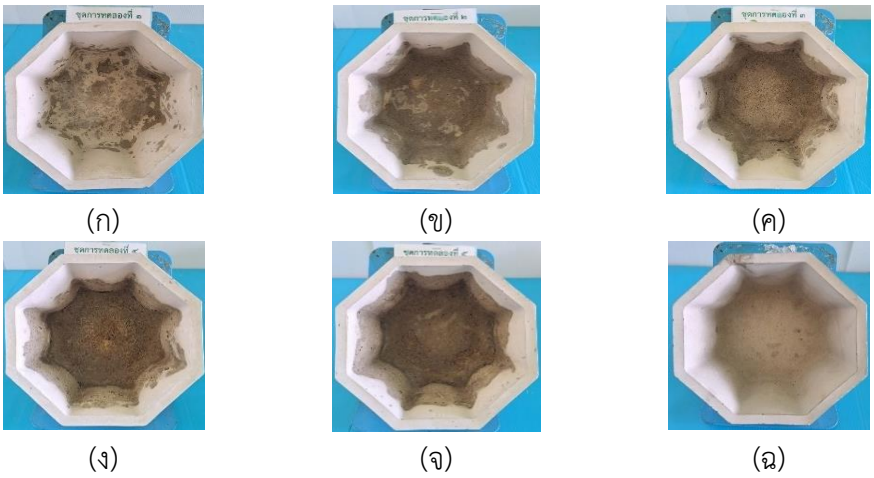
2. ผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพของกระถางจากเศษวัสดุเหลือใช้จากพืชน้ำมัน

2.1 ผลการศึกษาทดสอบความแข็งแรงของกระถางจากเศษวัสดุเหลือใช้จากพืชน้ำมัน เมื่อนำอิฐบล็อก จำนวน 5 ก้อน ก้อนละ 6 กิโลกรัม (มวลรวมทั้งหมด 30 กิโลกรัม) มาวางบนกระถางทีละก้อนซึ่งผลที่เกิดเกิดขึ้นแสดงดังตารางที่ 3 และภาพที่ 5

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบความแข็งแรงของกระถางจากเศษวัสดุเหลือใช้จากพืชน้ำมัน

ชุดการทดลองที่	อัตราส่วน			ผลที่เกิดขึ้น
	เปลือกมะพร้าว	กากปาล์ม	ตัวประสาน	
1	1.00	0.00	1.00	ไม่มีการเปลี่ยนรูป
2	0.75	0.25	1.00	ไม่มีการเปลี่ยนรูป
3	0.50	0.50	1.00	ไม่มีการเปลี่ยนรูป
4	0.25	0.75	1.00	ไม่มีการเปลี่ยนรูป
5	0.00	1.00	1.00	ไม่มีการเปลี่ยนรูป
ชุดควบคุม	0.00	0.00	1.00	ไม่มีการเปลี่ยนรูป

จากตารางที่ 3 ผลการทดสอบความแข็งแรงของกระถางจากเศษวัสดุเหลือใช้จากพืชน้ำมัน พบว่า ชุดการทดลองทั้งหมดไม่มีการเปลี่ยนรูป



(ก) (ข) (ค)

(ง) (จ) (ฉ)

ภาพที่ 5 กระถางที่ผ่านการทดสอบความแข็งแรง ชุดการทดลองที่ 1 (ก) ชุดการทดลองที่ 2 (ข) ชุดการทดลองที่ 3 (ค) ชุดการทดลองที่ 4 (ง) ชุดการทดลองที่ 5 (จ) ชุดควบคุม (ฉ)

2.2 ผลการศึกษาการดูดซับน้ำของกระถางจากเศษวัสดุเหลือใช้จากพืชน้ำมัน เมื่อชั่งมวลตัวอย่างกระถางจากเศษวัสดุเหลือใช้จากพืชน้ำมันก่อนแช่น้ำ บันทึกค่าที่อ่านได้จากเครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง แล้วนำไปแช่น้ำเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง นำมาชั่งมวลจนกระทั่งมวลคงที่ คำนวณมวลที่เพิ่มขึ้น แล้วคำนวณค่าการดูดซับน้ำของกระถางจากเศษวัสดุเหลือใช้จากพืชน้ำมันดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การดูดซับน้ำของกระถางจากเศษวัสดุเหลือใช้จากพืชน้ำมัน

ชุดการทดลองที่	มวลก่อนแช่น้ำ (กรัม)	มวลหลังแช่น้ำ (กรัม)	การดูดซับน้ำ (เปอร์เซ็น ± ความคลาดเคลื่อน)
1	1035.00	1190.00	14.98±0.21
2	962.00	1111.00	15.49±0.22
3	998.00	1143.00	14.53±0.16
4	1011.00	1160.00	14.74±0.14
5	953.00	1112.00	16.68±0.17
ชุดควบคุม	893.00	981.00	9.85±0.09

จากตารางที่ 4 การดูดซับน้ำของกระถางจากวัสดุทดแทน พบว่า ค่าการดูดซับน้ำอยู่ในช่วงร้อยละ 14.53 - 16.68 และพบว่าค่าการดูดซับน้ำชุดการทดลองที่ 5 อัตราส่วนเปลือกมะพร้าว: กากปาล์ม : ตัวประสาน เท่ากับ 3.00 : 3.00 : 4.00 มีค่าการดูดซับน้ำสูงกว่าอัตราส่วนอื่น ๆ และสูงกว่าชุดควบคุม

2.3 ผลการศึกษาการพองตัวของกระถางจากเศษวัสดุเหลือใช้จากพืชน้ำมัน

ตารางที่ 5 การพองตัวของกระถางจากเศษวัสดุเหลือใช้จากพืชน้ำมัน

ชุดการทดลองที่	ความหนาก่อนแช่น้ำ (มิลลิเมตร)	ความหนาหลังแช่น้ำ (มิลลิเมตร)	การพองตัว (เปอร์เซ็น ± ความคลาดเคลื่อน)
1	20.65	22.16	7.31±0.07
2	20.67	22.10	6.92±0.12
3	20.66	21.81	5.57±0.07
4	21.30	22.37	5.02±0.02
5	19.73	21.32	8.06±0.11
ชุดควบคุม	17.89	18.81	5.14±0.05

จากตารางที่ 5 การพองตัวของกระถางจากเศษวัสดุเหลือใช้จากพืชน้ำมัน พบว่าค่าการพองตัวอยู่ในช่วงร้อยละ 5.02 - 8.06 และพบว่า ชุดการทดลองที่ 5 อัตราส่วนเปลือกมะพร้าว : กากปาล์ม : ตัวประสาน เท่ากับ 3.00 : 3.00 : 4.00 มีค่าการพองตัวสูงกว่าอัตราส่วนอื่น ๆ และสูงกว่าชุดควบคุม (ตัวประสานอย่างเดียว)

2.4 ผลการศึกษาการดูดซับความร้อนกระถางจากเศษวัสดุเหลือใช้จากพืชน้ำมัน

ตารางที่ 6 การดูดซับความร้อนของกระถางจากเศษวัสดุเหลือใช้จากพืชน้ำมัน

ชุดการทดลองที่	อุณภูมิก่อนตากแดด (องศาเซลเซียส)	อุณภูมิหลังตากแดด (องศาเซลเซียส)	การดูดซับความร้อน (เปอร์เซ็น ± ความคลาดเคลื่อน)
1	32.70	33.90	3.67±0.04
2	32.00	34.40	7.50±0.03
3	31.70	35.20	11.04±0.03
4	31.50	32.20	2.22±0.03
5	31.20	32.40	3.85±0.03
ชุดควบคุม	31.00	32.50	4.84±0.03

จากตารางที่ 6 การดูดซับความร้อนของกระถางจากเศษวัสดุเหลือใช้จากพืชน้ำมัน พบว่า ค่าการดูดซับความร้อนอยู่ในช่วงร้อยละ 3.67 - 11.04 และพบว่า ชุดการทดลองที่ 3 อัตราส่วน เปลือกมะพร้าว : กากปาล์ม : ตัวประสาน เท่ากับ 2.00 : 2.00 : 6.00 มีค่าการดูดซับความร้อนสูงกว่าอัตราส่วนอื่น ๆ และสูงกว่าชุดควบคุม (ตัวประสานอย่างเดียว)

3. ผลการศึกษาความพึงพอใจต่อกระถางจากเศษวัสดุเหลือใช้จากพืชน้ำมัน

ตารางที่ 7 ความพึงพอใจต่อกระถางจากเศษวัสดุเหลือใช้จากพืชน้ำมัน

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความพึงพอใจ
1. ใช้วัสดุอย่างคุ้มค่า	4.60	0.50	มากที่สุด
2. ใช้ต้นทุนน้อย	4.30	0.57	มากที่สุด
3. ใช้งานสะดวก	4.45	0.51	มากที่สุด
4. สวยงาม ดูดี	4.15	0.75	มาก
5. แข็งแรง ทนทาน	4.05	0.51	มาก
6. สามารถสร้างรายได้เพิ่ม	3.90	0.55	มาก
7. ลดการใช้พลาสติก	4.55	0.51	มากที่สุด
8. มีขนาดที่เหมาะสม	3.80	0.70	มาก
9. สามารถทำเองได้ง่าย	3.95	0.51	มาก
10. สามารถเป็นสินค้าที่ระลึกได้	4.40	0.75	มากที่สุด
รวม	**4.22**	**0.59**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 7 ความพึงพอใจต่อกระถางจากเศษวัสดุเหลือใช้จากพืชน้ำมัน พบว่า ความพึงพอใจต่อกระถางจากเศษวัสดุเหลือใช้จากพืชน้ำมันโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (Mean = 4.22, S.D. = 0.59) รายการประเมินที่ 1 ใช้วัสดุอย่างคุ้มค่า มีค่าเฉลี่ยสูงสุด (Mean = 4.60, S.D. = 0.50) รองลงมาเป็นรายการประเมินที่ 7 ลดการใช้พลาสติก (Mean = 4.55, S.D. = 0.51) และรายการประเมินที่ 3 ใช้งานสะดวก (Mean = 4.45, S.D. = 0.51) ตามลำดับ

วิจารณ์

จากผลการศึกษาอัตราส่วนระหว่างวัสดุทดแทนและวัสดุประสานที่เหมาะสมในการขึ้นรูปด้วยแม่พิมพ์สำเร็จรูป สามารถขึ้นรูปได้ทั้งหมด ชุดการทดลองทั้งหมดเหมาะสมที่จะนำมาสร้างกระถางจากวัสดุทดแทน และชุดการทดลองที่มีความเหมาะสมมากที่สุด คือ ชุดการทดลองที่ 5 ที่มีสมบัติทางกายภาพทั้งความแข็งแรง (แรงกดทับ) การดูดซับน้ำ การพองตัว และการดูดซับความร้อน ภาพรวมดีกว่าชุดทดลองอื่น ๆ และชุดควบคุม อีกทั้งเป็นชุดการทดลองที่มีอัตราส่วนของตัวประสานน้อยที่สุด สอดคล้องกับผลการศึกษาความพึงพอใจที่มีภาพรวมระดับมากที่สุด ซึ่งคณะผู้วิจัยมีข้อสังเกตอาจเนื่องมาจากการใช้วัสดุทดแทนที่เป็นเส้นใยเมื่อนำมาประสานกับตัวประสานในอัตราส่วนที่เหมาะสมทำให้ได้ผลการทดลองเป็นที่น่าพอใจ คือ ได้อัตราส่วนที่ประหยัดค่าใช้จ่ายในการซื้อตัวประสาน และมีสมบัติที่ดีเหมาะสมต่อการปลูกพืช สอดคล้องกับข้อมูลจากหนังสือสารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ เล่ม 19 [6] ที่ว่าเปลือกมะพร้าวหรือปาล์มสามารถนำไปแยกเอาเส้นใยใช้ทำเชือกวัสดุทำเบาะและที่นอน หรือขุยมะพร้าวใช้ทำวัสดุเพาะชำต้นไม้หรือสิ่งทอเนื่องจากเส้นใยของพืชมีสมบัติทางกล คือ มีการต้านแรงดัดโค้ง การต้านแรงดึง และการต้านแรงกระแทกอย่างมีนัยสำคัญ [7] เหมาะสำหรับการนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ชุมชน สอดคล้องกับการศึกษาของกมลชนก บุญพิมพ์ และอัครเดช มารยาตร [12] ที่ศึกษาแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้งจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร โดยมีส่วนผสมของขุยมะพร้าว ซึ่งพบว่า อัตราส่วนร้อยละ 30 ของขุยมะพร้าวทำให้แผ่นปลูกพืชมีค่าร้อยละการดูดซึมน้ำเฉลี่ยมากที่สุด สอดคล้องกับการศึกษาของนุชนาฎ นิลออ และกนกรัตน์ นาวีการ [13] ที่ศึกษาการผลิตกระถางเพาะชำต้นไม้ย่อยสลายได้จากวัสดุเหลือใช้อุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน พบว่า อัตราส่วน เส้นใยปาล์มน้ำมัน : กากตะกอนน้ำมันปาล์ม : กาวแป้งเปียก 70:30:10 มีความเหมาะสมที่สุด โดยสามารถขึ้นรูปกระถางได้ดี ความต้านทานการตกกระแทกที่ระดับความสูงต่าง ๆ ได้ดีที่สุด

มีรอยแตกร้าวน้อยที่สุด การอุ้มน้ำพบว่าแต่ละอัตราส่วนมีปริมาณน้ำที่ไหลออกไม่แตกต่างกันมาก และสอดคล้องกับการศึกษาของเตือนใจ ปิยัง กัตตินาฎ สกุลสวัสดิพันธ์ เอนก สาวะอินทร์ [14] ที่พบว่า กระถางคอนกรีตที่ใช้เส้นใยปาล์มน้ำมันเป็นวัสดุทดแทนมีน้ำหนักเบาและมีสมบัติสามารถดูดซึมน้ำได้ดี ดังนั้นการผลิตกระถางต้นไม้ควรคำนึงต้นทุน และสมบัติดังต่อไปนี้ เช่น การดูดซับน้ำหรือการอุ้มน้ำของกระถางจะมีผลต่อการกักเก็บน้ำทำให้ประหยัดน้ำ แต่จะส่งผลต่ออายุการใช้งานของกระถางลดลง เนื่องจากการกักเก็บน้ำในปริมาณมากทำให้ความแข็งแรงของกระถางลดลง การพองตัวทำให้ทราบว่าวัสดุทดแทนมีช่องว่างอยู่น้ำแทรกเข้าไปอยู่ในกระถางได้ ทำให้กระถางสามารถระบายอากาศได้ดีไม่อับชื้นส่งผลต่อสุขภาพที่ดีของพืชที่ปลูก และการดูดซับความร้อนของกระถางมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช กระถางควรเกาะเมื่อกระถางแห้งสนิทออกจากบล็อกเพราะสามารถนำออกได้โดยง่าย และควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในการเพิ่มเส้นใยของพืชน้ำมันในอัตราส่วนผสมที่เพิ่มขึ้น โดยศึกษาสมบัติของเส้นใยพืชน้ำมันในการกักเก็บความชื้นและดูดซึมน้ำได้ดีจากการผลิตกระถางคอนกรีตหรือผลิตภัณฑ์อื่น ๆ

จากการดำเนินงานและผลที่ได้ข้างต้นคณะผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความสัมพันธ์นวัตกรรม (กระถางจากเศษวัสดุเหลือใช้จากพืชน้ำมัน) กับโมเดลเศรษฐกิจบีซีจีตามรูปแบบของ ชาตรี ฝ่ายคำตา และคณะ (2565) [4] พบว่า ด้านที่ 1 เศรษฐกิจชีวภาพ (การเลือกใช้วัสดุเหลือทิ้งในชุมชนมาแปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่า การเพิ่มมูลค่าของทรัพยากรโดยแสดงเอกลักษณ์ของชุมชน) ซึ่งมีความสอดคล้อง คือ กระถางต้นไม้ต้องสร้างจากหรือมีส่วนผสมของพืชในท้องถิ่นที่เป็นเส้นใยของเศษวัสดุเหลือใช้จากพืชน้ำมันที่นำมาพัฒนาเป็นกระถางต้นไม้และสีที่ใช้ย้อมกระถางต้องเป็นสีจากเปลือกมะพร้าว ด้านที่ 2 เศรษฐกิจหมุนเวียน (การนำวัสดุที่เหลือทิ้งในชุมชนหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ การยืดอายุของทรัพยากร ให้ใช้ซ้ำตลอดอายุการใช้งาน) ซึ่งมีความสอดคล้อง คือ ทรัพยากรที่ใช้สร้างกระถางต้นไม้ต้องเป็นทรัพยากรชีวภาพที่เป็นเศษวัสดุเหลือใช้จากพืชน้ำมันเป็นขยะจากพืชผลทางการเกษตรในชุมชนที่หมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ในกระบวนการผลิตกระถางต้นไม้ และด้านที่ 3 เศรษฐกิจสีเขียว (ไม่ก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม ลดการใช้สารเคมีในกระบวนการผลิต) ซึ่งมีความสอดคล้อง คือ กระบวนการผลิตจำเป็นต้องคำนึงถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยไม่ใช้กระถางที่ทำจากพลาสติก หิน ทราย แต่ลดปริมาณการใช้ปูนกาวซีเมนต์เนื่องจากความจำเป็นต้องใช้ในการขึ้นรูปเพื่อความแข็งแรงของกระถางอยู่ และการพัฒนาผลิตภัณฑ์ชุมชน (กระถางจากเศษวัสดุเหลือใช้จากพืชน้ำมัน) ตามขั้นตอนโครงงานสะตีมศึกษา 6 ขั้นตอน

ร่วมกับแนวคิด BCG Model และการดำเนินกิจกรรมในโครงการ Zero Waste School ในครั้งนี้เป็นการศึกษาเพื่อยกระดับผลิตภัณฑ์ชุมชนที่สร้างสรรค์จากวัสดุที่มีในท้องถิ่น และใช้ศิลปะจากภาพเขียนสีก่อนประวัติศาสตร์ผาแต้มมาประกอบการตกแต่งชิ้นงานให้มีความน่าสนใจมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้การดำเนินงานข้างต้นถือเป็นกระบวนการที่สามารถพัฒนานักเรียน ครู และคนในชุมชนบางส่วนให้เกิดทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่องเป็นการขับเคลื่อนเข้าสู่ชุมชนที่มีการพัฒนาอย่างยั่งยืนในอนาคต สอดคล้องกับการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาบูรณาการโมเดลเศรษฐกิจบีซีจีของ ธาฤชร ประสพลาภ และคณะ (2567) [15] ที่นำเสนอตัวอย่างกิจกรรม ภายใต้บริบทของสะเต็มศึกษาที่สอดคล้องกับโมเดลเศรษฐกิจบีซีจี โดยมีเป้าหมายของกิจกรรมเพื่อออกแบบเครื่องดื่มจากวัตถุดิบของท้องถิ่น โดยคำนึงถึงเศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียน และเศรษฐกิจสีเขียว ทำให้ครูสามารถส่งเสริมความเป็นไปได้ในการเชื่อมโยงบริบทของชุมชน เศรษฐกิจ และนวัตกรรมในท้องถิ่นให้กับผู้เรียนจนสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

สรุป

เมื่อพิจารณาภาพรวมของผลการทดลองจะเห็นได้ว่าชุดการทดลองที่ 5 เหมาะสมที่จะนำมาใช้เป็นกระถางต้นไม้มากที่สุด เนื่องจากมีความแข็งแรง มีการดูดซับน้ำ การพองตัวดีที่สุด และมีการดูดซับความร้อนที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช และสามารถเป็นสินค้าของที่ระลึกที่ใช้วัสดุอย่างคุ้มค่าเนื่องจากมีปริมาณตัวประสานน้อยที่สุด ดังผลการศึกษาความพึงพอใจต่อกระถางจากเศษวัสดุเหลือใช้จากพืชน้ำมันที่มีภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด สามารถตอบสนองความต้องการของชุมชนในการจัดการปัญหาขยะจากพืชผลทางการเกษตร และความต้องการสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ ที่น่าสนใจมาวางจำหน่ายให้กับนักท่องเที่ยวเขตอุทยานแห่งชาติผาแต้ม และการศึกษาครั้งต่อไปควรศึกษาหาวัสดุประสานที่ไม่ใช่ปูนกาวซีเมนต์ แต่ให้ความแข็งแรงเทียบเท่าปูนกาวซีเมนต์เพื่อลดต้นทุนและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอบคุณโครงการโรงเรียนกองทุนการศึกษา และสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ที่มอบทุนเพื่อเป็นค่าใช้จ่ายในการจัดทำผลงานการประกวดโครงงาน

วิทยาศาสตร์ จากหนังสือสารานุกรมสำหรับเยาวชนฯ ครั้งที่ 1 และขอบคุณผู้อำนวยการ พิศมัย แก้วเชื้อ และคณะครูโรงเรียนบ้านกุ่มทุกท่านที่ได้อนุเคราะห์สถานที่ และให้คำแนะนำด้านปัญหาวิจัยและการดำเนินงาน รวมทั้งสนับสนุนงบประมาณเพิ่มเติมในการทำวิจัยจนงานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

1. สำนักงานเศรษฐกิจการคลัง. ประมาณการเศรษฐกิจไทยปี 2565 [อินเทอร์เน็ต]. 2565 [เข้าถึงเมื่อ 21 มิถุนายน 2566]. เข้าถึงได้จาก: https://www.mof.go.th/th/view/attachment/file/.pdf
2. สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.). BCG Economy Model คืออะไร [อินเทอร์เน็ต]. 2563 [เข้าถึงเมื่อ 21 มิถุนายน 2566]. เข้าถึงได้จาก: https://www.nstda.or.th/home/knowledge_post/what-is-bcg-economy-model/
3. ทัศนนันท์ เกลี้ยงไธสง. ผลการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 [วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต]. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ; 2565.
4. ชาตรี ฝ่ายคำตา, ณภัทร สุขนฤเศรษฐกุล, สหรัฐ ยกย่อง, พงศธร ปัญญานุกิจ, ธาฤชร ประสพลาภ, กนกเทพ เมืองสง, จันทิมา นิลอุบล, และณมน น่วมเจริญ. (2565) แนวคิดสะเต็มบีซีจีเพื่อการศึกษา. วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้ 2565;13(2):344-62.
5. กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. คู่มือโรงเรียนปลอดขยะ (Zero Waste School). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด; 2562.
6. อาวุธ ณ ลำปาง. พืชน้ำมัน. ในสารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ เล่มที่ 19. กรุงเทพฯ: โครงการสารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน โดยพระราชประสงค์ในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว; 2538.
7. มลสุดา ลิวไธสง. การผลิตภาชนะย่อยสลายได้ทางชีวภาพจากกาบกล้วย [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต]. นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.; 2556.

8. เอกสิทธิ์ ชนินทรภูมิ. การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา [วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต]. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศิลปากร; 2563.
9. กัญจนาภรณ์ เจริญผล, อุบลวรรณ สุวรรณภูสิทธิ์. การสร้างและหาประสิทธิภาพถาดปลูกพืชจากมูลช้าง สำหรับใช้ในงานภูมิสถาปัตยกรรม. วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ 2564;6(2):52-64.
10. จุฑามาศ แก้วมณี. การผลิตกระถางต้นไม้ย่อยสลายได้จากกากตะกอนโรงงานยางพาราร่วมกับวัสดุเหลือทิ้งจากก้อนเชื้อเห็ดและทะลายปาล์ม. ASEAN Journal of Scientific and Technological Reports 2564;24(1):84-93.
11. สถาพร เรืองรุ่ง, นพรัตน์ เชื้อคำฮด, ชนากานต์ คูณแก้ว, ขวัญหทัย นาจารย์, สุมาลิน ฝางคำ. การศึกษาอัตราส่วนระหว่างวัสดุทดแทน และวัสดุประสานที่เหมาะสมในการขึ้นรูปด้วยแม่พิมพ์สำเร็จรูป และคุณสมบัติทางกายภาพบางประการของกระถางจากวัสดุทดแทน. วารสารวิชชา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช 2566;42(2):94-108.
12. กมลชนก บุญพิมพ์, อัครเดช มารยาตร. แผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้งจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร [ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตรบัณฑิต]. ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี; 2564.
13. นุชนาฎ นิลออ, กนกรัตน์ นาวีการ. การผลิตกระถางเพาะชำต้นไม้จากวัสดุเหลือใช้อุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน [รายงานการวิจัย]. สงขลา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย; 2560.
14. เตือนใจ ปิยัง, กัตตินาฎ สกุลสวัสดิพันธ์, เอนก สาวะอินทร์. การพัฒนาคอนกรีตผสมเส้นใยธรรมชาติจากวัสดุเศษเหลือของอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันเพื่อการผลิตกระถางต้นไม้ [รายงานการวิจัย]. สงขลา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย; 2560.
15. ธาฤชร ประสพลาภ, จิรภา ภูทวี, และกรกนก เลิศเดชาภัทร. การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาบูรณาการโมเดลเศรษฐกิจบีซีจี. วารสารครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2567;52(1):1-15.