

การพัฒนาวัสดุปลูกพืชจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเชิงการค้า

Development of Growing Media from Commercial Agricultural Residues

สามารถ ใจเตี้ย* สิวาลี รัตนปัญญา จันจิราภรณ์ สท้านไตรภพ และ ฉัตรศิริ วิภาวิน

Samart Jaitae*, Siwalee Rattanapunya, Janjiraporn Stantripob and Chatsiri Vipawin

Received: 16 March 2021, Revised: 3 February 2022, Accepted: 1 March 2022

บทคัดย่อ

การศึกษาระบบผสมผสานนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาค้นแบบวัสดุปลูกพืชจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร และ 2) พัฒนาแนวทางการทำผลิตภัณฑ์วัสดุปลูกเชิงการค้า กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้มีส่วนได้เสีย จำนวน 20 คน ในพื้นที่อำเภอบ้านโฮ่ง จังหวัดลำพูน รวบรวมข้อมูลโดยการทดลอง การสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการ และการสนทนากลุ่มแบบมีส่วนร่วม วิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติเชิงพรรณนา และการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา

ผลการศึกษา พบว่า ค่าเฉลี่ยคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินแบบวัสดุปลูกทั้ง 7 สิ่งทดลอง ได้แก่ ความหนาแน่น ความชื้น ความพรุน ความเป็นกรด - ด่าง การนำไฟฟ้า และปริมาณอินทรีย์วัตถุแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้ผู้มีส่วนได้เสียเสนอแนะแนวทางการทำผลิตภัณฑ์เชิงการค้า โดย 1) วัสดุคิบออาจใช้เศษเหลือใช้จากการตกแต่งกิ่งมะม่วง และใบลำไยหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต 2) การเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตโดยการสนับสนุนเครื่องจักร สถานที่ และตัวเร่งการย่อยสลาย และ 3) การจำหน่ายผลิตภัณฑ์ต้องมีความร่วมมือกับหน่วยงานในพื้นที่เพื่อยกระดับและพัฒนาผลิตภัณฑ์ อย่างไรก็ตาม แนวทางในการพัฒนาวัสดุปลูกจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเชิงการค้าจำเป็นต้องให้ความสำคัญกับกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับองค์ความรู้ และทักษะของผู้ผลิต ทั้งกลุ่มเกษตรกร และกลุ่มวิสาหกิจชุมชน

คำสำคัญ: วัสดุปลูกพืช, เศษเหลือใช้ทางการเกษตร, เชิงการค้า

ศูนย์ความเป็นเลิศด้านนวัตกรรมสาธารณสุขศาสตร์และสิ่งแวดล้อมชุมชน คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
อำเภอมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50300

Center of Excellence in Public Health Innovation and Community Environment, Faculty of Science and Technology, Chiang Mai Rajabhat University, Muang, Chiang Mai 50300, Thailand.

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail): samart_jai@cmru.ac.th

ABSTRACT

This mixed methods research aims to develop growing media from agricultural residues and guidelines for making commercial planting products. Twenty stakeholders living in the area of Ban Hong district, Lamphun province were participated. Data were collected through experiment, non - structured interview, and stakeholder participatory workshop. Data were analyzed through descriptive statistics and content analysis.

The results indicated that the mean physical and chemical properties of the seven experimental growing media, namely density, moisture content, porosity, pH, EC, and organic matter content, were significantly different. In this regard, stakeholders suggested guidelines for making commercial products: 1) raw materials may be left over from decorating mango branches and longan leaves after harvesting; 2) optimization of production processes is done by supporting machinery, sites, and accelerators; and 3) product distribution requires cooperation with local authorities to enhance and develop products. However, the development of growing media from agricultural residues needs to focus on knowledge and skills of both farmers and community enterprises.

Key words: growing media, agricultural residues, commercial

บทนำ

วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจากการขยายพื้นที่ทางการเกษตรเพื่อรองรับความต้องการอาหารที่เพิ่มมากขึ้น มีรายงานการศึกษา พบว่าในประเทศไทยระหว่างปี ค.ศ. 2017 - 2018 มีปริมาณวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรถึง 334 ล้านตัน อันเนื่องจากการขยายพื้นที่การเกษตรเพื่อการผลิตอาหารจำนวน 285 ล้านตัน (Venkatramanan *et al.*, 2021) ในประเทศไทยวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมีกระจายอยู่ทั่วประเทศ ขึ้นอยู่กับปริมาณผลผลิตทางการเกษตรของแต่ละพื้นที่ โดยมีปริมาณวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรจำนวนถึง 43 ล้านตันต่อปี ที่ไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์ (Tengkaew and Wiwattanadate, 2014) และยังมีการประมาณการว่ามีวัสดุเหลือใช้จากการปลูกข้าวที่ค้างอยู่ในพื้นที่เพาะปลูกมากกว่า 2.5 ล้านตันต่อปี ซึ่งเกษตรกรส่วนใหญ่จะเผาทำลายเพื่อเตรียมพื้นที่ในการเพาะปลูกในฤดูกาลต่อไป (Center of Fuels and Energy from Biomass,

2017) มีรายงานการศึกษา พบว่า การจัดการวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรในพื้นที่ชุมชนสะลง - จีเหล็ก เกษตรกรทำการเผาวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรในพื้นที่เพาะปลูก มีการใช้ประโยชน์วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรด้านการเพาะปลูกพืช และด้านการเลี้ยงสัตว์ระดับปานกลาง และด้านการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ชุมชนระดับน้อย อย่างไรก็ตาม ประชาชนและเกษตรกรได้สะท้อนคุณค่าและประโยชน์ของเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่สามารถนำมาใช้เป็นปัจจัยการผลิตในระบบการเพาะปลูกพืช รวมถึงพื้นที่การเกษตรมีการใช้ประโยชน์อย่างเข้มข้นทำให้เกษตรกรต้องการปรับปรุงคุณภาพดินให้มีความอุดมสมบูรณ์อันจะส่งผลต่อผลผลิตการเกษตรที่เพิ่มขึ้น ซึ่งทางเลือกในการปรับปรุงดินโดยใช้เศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรอาจเป็นทางเลือกหนึ่งที่ต้นทุนต่ำและแสวงหาวัตถุดิบได้โดยง่าย ทั้งนี้มีปัจจัยการจัดเก็บวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร (ครั้งต่อปี) มีความสัมพันธ์กับการใช้ประโยชน์วัสดุเหลือใช้ทาง

การเกษตรของเกษตรกร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Jaitae, 2019) สอดคล้องกับการจัดการวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรในพื้นที่อำเภอบ้านโฮ่ง จังหวัดลำพูน ที่ประชาชนส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรม โดยเฉพาะลำไยและมะม่วง ซึ่งพื้นที่การปลูกมีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ เกษตรกรยังมีการปลูกพืชไร่ทั้งข้าวเหนียวนาปี ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และพืชผัก (Agricultural Extension Office of Lamphun, 2018) การดำเนินกิจกรรมการเกษตรเหล่านี้ก่อให้เกิดปริมาณเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่เพิ่มมากขึ้น ส่งผลต่อการจัดการที่บางวิธีก่อให้เกิดปัญหาทั้งด้านสุขภาพและสิ่งแวดล้อมมากมาย หน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนได้ตระหนักถึงปัญหาดังกล่าวจึงได้มีการสนับสนุนให้นำกลับมาใช้ซ้ำหรือแปรรูปให้เกิดประโยชน์ แต่ก็ยังไม่สามารถแก้ไขปัญหานี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม กระบวนการส่งเสริมการใช้ประโยชน์วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร การดำเนินงานที่ไม่ต่อเนื่องของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ดังเช่นรายงานการศึกษาที่พบว่า เกษตรกรบางส่วนยังเผาวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรในพื้นที่เพาะปลูก ส่วนการใช้ประโยชน์มีเกษตรกรบางส่วนเห็นว่าการผลิตปุ๋ยหมักหรือนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรไปใช้โดยตรงมีกระบวนการที่ยุ่งยากและใช้เวลานาน และยังขาดการสนับสนุนทั้งการให้ความรู้ที่เหมาะสม และขาดงบประมาณสนับสนุนที่เพียงพอ (Jaitae, 2013) ทั้งนี้วัสดุเหล่านี้ยังมีศักยภาพในการเป็นปัจจัยการผลิตพืช โดยกรมวิชาการเกษตรรายงานไว้ว่า ใบลำไยมีค่าเฉลี่ยไนโตรเจน ร้อยละ 1.631 ฟอสฟอรัส ร้อยละ 0.161 โพแทสเซียม ร้อยละ 0.470 อินทรีย์คาร์บอน ร้อยละ 45.76 อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) 28.065 และใบมะม่วง มีค่าเฉลี่ยไนโตรเจน ร้อยละ 1.498 ฟอสฟอรัส ร้อยละ 0.121 โพแทสเซียม ร้อยละ 0.801 อินทรีย์คาร์บอน ร้อยละ 41.44 และอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) 27.664

ทั้งนี้เมื่อพิจารณาจากอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (Department of Agriculture, 2005) สอดคล้องกับรายงานการศึกษาที่พบว่า การใช้วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรเพื่อปรับปรุงดินจะช่วยให้ดินเกิดการสูญเสียธาตุไนโตรเจน (N) ลดลงเนื่องจากมีจุลินทรีย์ที่สามารถตรึงไนโตรเจนไว้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่นำมาใช้ (Kaewmorakot, 2013) การพัฒนาวัสดุปลูกพืชจากวัสดุข้างต้นอาจจะเป็นแนวทางการใช้ประโยชน์วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่เพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกรและชุมชนได้ อย่างไรก็ตาม การนำวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมาผลิตเป็นวัสดุปลูกพืชต้องให้ความสำคัญต่อการใช้ประโยชน์ของวัสดุปลูกที่ต้องคำนึงส่วนของพืชที่อยู่เหนือวัสดุปลูกให้ตั้งตรงอยู่ได้ เก็บสำรองธาตุอาหารพืช กักเก็บน้ำเพื่อเป็นประโยชน์ต่อพืช และแลกเปลี่ยนอากาศระหว่างรากพืชกับช่องว่างรอบๆ รวมถึงต้องพิจารณาในการผสมวัสดุปลูกพืชเมื่อผสมเป็นวัสดุปลูกพร้อมใช้แล้วต้องระบายน้ำได้ดี และวัสดุที่จะนำเป็นส่วนผสมต้องหาได้ง่าย นอกจากนี้ วัสดุปลูกต้องมีทั้งสถานะของแข็งทำหน้าที่สำหรับการเกาะยึดของระบบรากและยึดเหนี่ยวของดินพืช สถานะของเหลวสำหรับให้น้ำและแร่ธาตุอาหารพืช และสถานะแก๊สสำหรับถ่ายเทออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ระหว่างรากพืชกับอากาศภายนอก ซึ่งคุณสมบัติเหล่านี้จะส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูก (Kietnontapat and Aroonrungsikul, 2012) นอกจากนี้ ส่วนผสมที่นำมาทำวัสดุปลูกพืชยังเป็นการนำอินทรีย์วัตถุที่เป็นของเหลือใช้ในชุมชนมาใช้ประโยชน์ใหม่อันเป็นการลดปริมาณขยะอินทรีย์ได้อย่างเหมาะสม แต่วัสดุปลูกพืชส่วนใหญ่ที่วางขายทั่วไปจะมีราคาแพงและมักจะมีส่วนผสมที่ไม่สามารถอุ้มน้ำได้นานและมีปริมาณธาตุอาหารพืชจำนวนน้อย บางผลิตภัณฑ์มีการปนเปื้อนของสารพิษจึงไม่เหมาะสมต่อการนำมาใช้

ในการปลูกพืชเพื่อการบริโภคที่ปลอดภัยต่อสุขภาพ และสิ่งแวดล้อม (Kaewwongsa, 2013) จากข้อมูลดังกล่าว ข้างต้นการศึกษานี้จึงเป็นการนำเสนอแนวทางการพัฒนาวัสดุปลูกพืชจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรสู่แนวทางการเพิ่มมูลค่าที่เกษตรกรหรือกลุ่มวิสาหกิจชุมชนสามารถขยายผลเพื่อการผลิตเชิงการค้าได้อย่างเหมาะสม ดังนั้น การศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาต้นแบบวัสดุปลูกพืชจากเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร และแนวทางการทำผลิตภัณฑ์วัสดุปลูกจากเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรสู่ผลิตภัณฑ์เชิงการค้า

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยฉบับนี้ใช้กระบวนการวิจัยแบบผสมวิธี (Mixed Method) มีขั้นตอนการศึกษา ดังนี้

1. การพัฒนาต้นแบบวัสดุปลูกพืชจากเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร

1.1 การเตรียมวัสดุปลูกสำหรับการทดลอง ได้แก่ ใบและกิ่งมะม่วง ใบและกิ่งลำไย เศษต้น ราก และเปลือกหอมแดงแห้ง ดินร่วน ใบจามจุรีแห้ง มูลโคนมแห้ง และน้ำหมักมูลไส้เดือนดิน ทำการหั่นใบและกิ่งมะม่วง ใบและกิ่งลำไย โดยเครื่องหั่นไฟฟ้าให้ได้ขนาดประมาณ 1 นิ้ว แล้วนำส่วนผสมตามอัตราส่วน 1:1 ในแต่ละกรรมวิธีคลุกเคล้าให้เข้ากันหมักในกระบะไม้ไผ่ขนาดกว้าง 1.5 เมตร × 2.00 เมตร × สูง 0.80 เมตร เป็นระยะเวลา 60 วัน ในสภาพมีออกซิเจนควบคุมความชื้นด้วยการพ่นน้ำหมักมูลไส้เดือนดินจำนวน 5 ลิตร (อัตราส่วนน้ำหมักมูลไส้เดือนดิน 1 ส่วน : น้ำสะอาด 1 ส่วน) ต่อสิ่งทดลอง ทุก 15 วัน

1.2 ขั้นตอนการทดลอง วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) มี 7 สิ่งทดลอง สิ่งทดลองละ 4 ซ้ำ ดังนี้

สิ่งทดลองที่ 1 ใบและกิ่งมะม่วง:ดินร่วน:ใบจามจุรีแห้ง:มูลโคนมแห้ง

สิ่งทดลองที่ 2 ใบและกิ่งลำไย:ดินร่วน:ใบจามจุรีแห้ง:มูลโคนมแห้ง

สิ่งทดลองที่ 3 เศษต้น รากและเปลือกหอมแดงแห้ง:ดินร่วน:ใบจามจุรีแห้ง:มูลโคนมแห้ง

สิ่งทดลองที่ 4 ใบและกิ่งมะม่วง:ใบและกิ่งลำไย:ดินร่วน:ใบจามจุรีแห้ง:มูลโคนมแห้ง

สิ่งทดลองที่ 5 ใบและกิ่งมะม่วง:เศษต้น รากและเปลือกหอมแดงแห้ง:ดินร่วน:ใบจามจุรีแห้ง:มูลโคนมแห้ง

สิ่งทดลองที่ 6 ใบและกิ่งลำไย:เศษต้น รากและเปลือกหอมแดงแห้ง:ดินร่วน:ใบจามจุรีแห้ง:มูลโคนมแห้ง

สิ่งทดลองที่ 7 ใบและกิ่งมะม่วง:ใบและกิ่งลำไย:เศษต้น ราก และเปลือกหอมแดงแห้ง:ดินร่วน:ใบจามจุรีแห้ง:มูลโคนมแห้ง

1.3 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของต้นแบบวัสดุปลูก ทำการสุ่มวัสดุปลูกแต่ละสิ่งทดลอง นำส่งตรวจวิเคราะห์ ณ ห้องปฏิบัติการทางเคมี ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ โดยทำการตรวจวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ค่าความชื้น (%) ค่าความหนาแน่นรวม (g/m^3) และค่าความพรุน (%) คุณสมบัติทางเคมี ได้แก่ ความเป็นกรดเป็นด่าง ค่าการนำไฟฟ้า (dS/m) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (%) (Handreck and Black, 1994)

2. การพัฒนาแนวทางการพัฒนาต้นแบบวัสดุปลูกพืชจากเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรสู่ผลิตภัณฑ์เชิงการค้า

2.1 วิธีการ ใช้การสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการ และการสนทนาเชิงปฏิบัติการกลุ่มผู้มีส่วนได้เสีย ประกอบด้วย

2.1.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง คัดเลือกแบบเจาะจง (Purposive selection) เพื่อให้ได้บุคคลที่สามารถให้ข้อมูลตรงตามที่ต้องการและ

กระจายอยู่ในพื้นที่ที่ได้รับประโยชน์ด้านต่างๆ ซึ่ง การศึกษานี้ได้คัดเลือกตัวแทนเพื่อการสัมภาษณ์แบบ ไม่เป็นทางการ จำนวน 6 ท่าน ประกอบด้วยตัวแทน เกษตรกร จำนวน 3 คน ตัวแทนประชาชนทั่วไป จำนวน 2 คน และตัวแทนผู้นำชุมชน จำนวน 1 คน ส่วนกระบวนการสัมภาษณ์เชิงปฏิบัติการคัดเลือก จาก ตัวแทนเกษตรกร จำนวน 12 คน และตัวแทนผู้สนใจ ทั่วไป จำนวน 2 คน

2.1.2 วิธีการดำเนินการ

1) การบรรยายเชิงวิชาการเพื่อการ เสริมสร้างองค์ความรู้ในประเด็นการผลิตวัสดุปลูก พืชจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ประกอบด้วย วัตถุประสงค์ที่เหมาะสมต่อการทำวัสดุปลูก กระบวนการ ทำวัสดุปลูกพืชจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร คุณภาพวัสดุปลูกพืช และช่องทางการจำหน่าย ผลิตภัณฑ์วัสดุปลูก

2) ร่วมกันสังเคราะห์และจัดทำแนว ทางการนำต้นแบบวัสดุปลูกจากวัสดุเหลือทิ้งทาง การเกษตรสู่ผลิตภัณฑ์เชิงการค้า ครอบคลุมประเด็น การแสวงหาวัตถุดิบ (ความเพียงพอและความยาก ง่าย) รูปแบบกระบวนการผลิต และแนวทางการ จำหน่ายผลิตภัณฑ์

2.2 เครื่องมือ เป็นแบบบันทึกการสัมภาษณ์ เชิงปฏิบัติการกลุ่มผู้มีส่วนได้เสีย

2.3 การวิเคราะห์ข้อมูล ใช้การวิเคราะห์เชิง เนื้อหา โดยการสร้างข้อสรุปแบบอุปนัย การ เปรียบเทียบข้อมูล และการตีความข้อมูล

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

ส่วนที่ 1 คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของต้นแบบ วัสดุปลูก

เมื่อทำการหมักวัสดุปลูกครบ 60 วัน ทำการ สุ่มวัสดุปลูกมาตรวจวัดคุณสมบัติทางกายภาพ พบว่า วัสดุปลูกทั้ง 7 สิ่งทดลองมีค่าความหนาแน่นรวม ค่า ความชื้น และค่าความพรุนแตกต่างกันอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าความหนาแน่นอยู่ระหว่าง 0.559 ± 0.056 - 1.063 ± 0.063 กรัมต่อมิลลิกรัม ค่า ความชื้นอยู่ระหว่าง ร้อยละ 30.14 ± 0.058 - 31.37 ± 0.540 และค่าความพรุนมีค่าอยู่ระหว่าง ร้อย ละ 51.34 ± 0.30 - 60.27 ± 0.57 ตามลำดับ ทั้งนี้พบว่า สิ่งทดลองที่ 6 มีค่าความหนาแน่นสูงสุด สิ่งทดลองที่ 4 มีค่าความหนาแน่นต่ำสุด สิ่งทดลองที่ 4 มีค่า ความชื้นสูงสุด สิ่งทดลองที่ 2 และสิ่งทดลองที่ 6 มี ค่าความชื้นต่ำสุด และสิ่งทดลองที่ 2 มีความพรุน สูงสุด สิ่งทดลองที่ 5 มีค่าความพรุนต่ำสุด รายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คุณสมบัติทางกายภาพของต้นแบบวัสดุปลูก

สิ่งทดลอง	ความหนาแน่น (g/m ³)	ความชื้น (%)	ความพรุน (%)
สิ่งทดลอง 1 (ใบและกิ่งมะม่วง:ดินร่วน:ใบจามจุรี แห้ง:มูลโคนมแห้ง)	0.736 ± 0.003^{cd}	30.95 ± 0.11^a	57.95 ± 0.64^b
สิ่งทดลอง 2 (ใบและกิ่งลำไย:ดินร่วน:ใบจามจุรี แห้ง:มูลโคนมแห้ง)	0.659 ± 0.056^{cd}	30.14 ± 0.06^b	60.27 ± 0.57^a
สิ่งทดลอง 3 (เศษดิน รากและเปลือกหอมแดง แห้ง:ดินร่วน:ใบจามจุรีแห้ง:มูลโคนมแห้ง)	0.979 ± 0.112^a	31.07 ± 0.07^a	54.35 ± 0.32^c

ตารางที่ 1 (ต่อ)

สิ่งทดลอง	ความหนาแน่น (g/m ³)	ความชื้น (%)	ความพรุน (%)
สิ่งทดลอง 4 (ใบและกิ่งมะม่วง:ใบและกิ่งลำไย: ดินร่วน:ใบจามจุรีแห้ง:มูลโคนมแห้ง)	0.559±0.056 ^d	31.37±0.54 ^a	54.38±0.36 ^c
สิ่งทดลอง 5 (ใบและกิ่งมะม่วง:เศษต้น ราก และ เปลือกหอมแดงแห้ง:ดินร่วน:ใบจามจุรีแห้ง: มูลโคนมแห้ง)	0.943±0.160 ^{ab}	31.24±0.29 ^a	51.34±0.30 ^d
สิ่งทดลอง 6 (ใบและกิ่งลำไย:เศษต้น ราก และ เปลือกหอมแดงแห้ง:ดินร่วน:ใบจามจุรีแห้ง: มูลโคนมแห้ง)	1.063±0.063 ^a	30.14±0.06 ^b	57.84±0.23 ^b
สิ่งทดลอง 7 (ใบและกิ่งมะม่วง:ใบและกิ่งลำไย: เศษต้น ราก และเปลือกหอมแดงแห้ง:ดินร่วน: ใบจามจุรีแห้ง:มูลโคนมแห้ง)	0.778±0.051 ^{bc}	31.08±0.55 ^a	51.44±0.90 ^d
F - test	**	**	**
C.V. (%)	23.69	17.81	5.93

** = significant at $p < 0.01$ Means within each column followed by the same letters are not significantly different at $p \geq 0.5$ by DMRT

คุณสมบัติทางเคมี พบว่า วัสดุปลูกทั้ง 7 สิ่งทดลองมีค่าความเป็นกรด - ด่าง ค่าการนำไฟฟ้า และปริมาณอินทรีย์วัตถุ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยทุกสิ่งทดลองมีค่าความเป็นด่างอ่อนๆ มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 7.61±0.96 - 8.21±0.10 ค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.502±0.006 - 0.647±0.005 dS/m และปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM) เฉลี่ยอยู่ระหว่าง

ร้อยละ 4.59±0.33 - 9.37±0.32 ทั้งนี้พบว่า สิ่งทดลองที่ 7 ที่มีส่วนผสมของใบและกิ่ง มะม่วง:ใบและกิ่งลำไย:เศษต้น ราก และเปลือกหอมแดงแห้ง:ดินร่วน:ใบจามจุรีแห้ง:มูลโคนมแห้ง มีคุณสมบัติทางเคมีที่ดีเมื่อพิจารณาจากค่าการนำไฟฟ้าและปริมาณอินทรีย์วัตถุ รายละเอียดดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 คุณสมบัติทางเคมีของต้นแบบวัสดุปลูก

สิ่งทดลอง	ความเป็นกรด - ด่าง	การนำไฟฟ้า (dS/m)	ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (%)
สิ่งทดลอง 1 (ใบและกิ่งมะม่วง:ดินร่วน:ใบจามจุรี แห้ง:มูลโคนมแห้ง)	7.61±0.96 ^c	0.555±0.112 ^a	4.59±0.33 ^c
สิ่งทดลอง 2 (ใบและกิ่งลำไย:ดินร่วน:ใบจามจุรี แห้ง:มูลโคนมแห้ง)	7.70±0.15 ^d	0.574±0.030 ^b	7.42±0.49 ^b

ตารางที่ 2 (ต่อ)

สิ่งทดลอง	ความเป็นกรด – ด่าง	การนำไฟฟ้า (dS/m)	ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (%)
สิ่งทดลอง 3 (เศษดิน รากและเปลือกหอมแดง แห้ง:ดินร่วน:ใบจามจุรีแห้ง:มูลโคนมแห้ง)	7.85±0.10 ^c	0.643±0.005 ^a	6.57±0.57 ^c
สิ่งทดลอง 4 (ใบและกิ่งมะม่วง:ใบและกิ่งลำไย: ดินร่วน:ใบจามจุรีแห้ง:มูลโคนมแห้ง)	8.21±0.10 ^a	0.548±0.054 ^a	5.60±0.36 ^d
สิ่งทดลอง 5 (ใบและกิ่งมะม่วง:เศษดิน ราก และ เปลือกหอมแดงแห้ง:ดินร่วน:ใบจามจุรีแห้ง: มูลโคนมแห้ง)	8.13±0.10 ^b	0.542±0.051 ^a	6.63±0.22 ^c
สิ่งทดลอง 6 (ใบและกิ่งลำไย:เศษดิน ราก และ เปลือกหอมแดงแห้ง:ดินร่วน:ใบจามจุรีแห้ง: มูลโคนมแห้ง)	8.17±0.15 ^{ab}	0.559±0.006 ^b	6.42±0.03 ^c
สิ่งทดลอง 7 (ใบและกิ่งมะม่วง:ใบและกิ่งลำไย: เศษดิน ราก และเปลือกหอมแดงแห้ง:ดินร่วน: ใบจามจุรีแห้ง:มูลโคนมแห้ง)	8.12±0.20 ^b	0.502±0.006 ^a	9.33±0.32 ^a
F - test	**	**	**
C.V. (%)	2.96	9.26	21.76

** = significant at $p < 0.01$ Means within each column followed by the same letters are not significantly different at $p \geq 0.5$ by DMRT

วัสดุปลูกทั้ง 7 สิ่งทดลองมีความร่วนซุย น้ำหนักเบา และระบายน้ำได้ดี โดยสิ่งทดลองที่ 2 มีคุณสมบัติทางกายภาพที่ดีเมื่อพิจารณาจากความสัมพันธ์ของค่าความหนาแน่นและค่าความพรุน ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่าการใช้ส่วนผสมจากใบและกิ่งลำไยที่ไม่สามารถยัดเกาะกันได้มากนักทั้งสภาพเปียกและแห้ง ส่งผลให้เกิดช่องว่างทั้งขนาดใหญ่และขนาดเล็กในวัสดุปลูกเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับวัสดุปลูกพืชที่ใช้กากขานอ้อยจากอุตสาหกรรมผลิตน้ำตาลเป็นวัสดุผสมหลัก ซึ่งขานอ้อยจะมีเส้นใยที่ไม่ยัดเกาะกันไม่ว่าจะเปียกหรือแห้ง เมื่อนำมาผสมกับกากตะกอนระบบบำบัดน้ำเสียจากอุตสาหกรรมกระดาษคราฟท์ และกากตะกอนระบบบำบัดน้ำเสียจาก

อุตสาหกรรมผลิตกระแสไฟฟ้าอัตราส่วน 50:10:40 วัสดุปลูกอัตราส่วนนี้จะมีน้ำหนักแน่นต่ำ ความพรุนสูง มีสัดส่วนของช่องว่างขนาดใหญ่ และขนาดเล็กใกล้เคียงกันมากที่สุด (Optian *et al.*, 2018) ส่วนสิ่งทดลองที่ 7 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงสุด ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่าการใช้วัสดุที่หลากหลายส่งผลให้วัสดุมีการย่อยสลายได้ดีโดยใบและกิ่งมะม่วง ใบและกิ่งลำไย มีการยัดเกาะตัวน้อยทำให้กองวัสดุปลูกมีการระบายอากาศที่ดี เศษดิน ราก และเปลือกหอมแดงมีค่าความชื้นสูง ส่วนมูลโคนมแห้งดูดซับน้ำได้ดี ทั้งนี้มูลโคเป็นวัตถุดิบที่มีความชื้นสูงกว่าเศษเหลือของพืชอาจส่งผลต่อความชื้นของกองปุ๋ยหมักได้ (Yamyang *et al.*, 2018) การผสมวัสดุที่ดูดซับน้ำได้ดี

จะส่งผลให้ค่าความชื้นในวัสดุปลูกสูงขึ้น (Thongjoo *et al.*, 2001) ซึ่งลักษณะทางกายภาพของกองวัสดุปลูกนี้จะส่งผลกระทบต่อการทำงานของจุลินทรีย์เพื่อย่อยสลายเปลี่ยนวัตถุดิบอินทรีย์เป็นธาตุอาหารพืช (Pan *et al.*, 2012) อย่างไรก็ตาม ขนาดของวัสดุปลูกที่มีอนุภาคขนาดใหญ่ อันเกิดจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่นำมาเป็นส่วนผสมส่วนใหญ่เป็นวัสดุอินทรีย์ที่ย่อยสลายยากอาจจะส่งผลให้กระบวนการการย่อยสลายไม่สมบูรณ์ ซึ่งอาจต้องเพิ่มระยะเวลาการหมักวัสดุปลูก โดยเฉพาะสิ่งทดลองที่ใช้ใบและกิ่งมะม่วง (สิ่งทดลองที่ 1) และใบและกิ่งลำไย (สิ่งทดลองที่ 2) เพียงอย่างเดียว ซึ่งอาจต้องใช้เชื้อจุลินทรีย์เพื่อช่วยในกระบวนการการย่อยสลายให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เชื้อ *T. harzianum* และ *A. niger* มีประสิทธิภาพในการย่อยสลายทางใบปาล์มน้ำมัน ทำให้ปุยหมักที่ได้มีโครงสร้างทางกายภาพและปริมาณธาตุอาหารพืชดีที่สุด (Seephueak *et al.*, 2020) ทั้งนี้วัสดุปลูกต้องมีความเหมาะสมสำหรับเทคนิคการปลูกพืชนั้นๆ มีคุณภาพของเนื้อวัสดุปลูกสม่ำเสมอ มีความคงตัว มีการยุบตัวของวัสดุปลูกน้อย มีอายุยาวนานพอสำหรับการปลูกพืช 1 ครั้ง มีความหนาแน่น ธาตุอาหารพืช และอุ้มน้ำได้เหมาะสม (Reinikainen, 1993)

ส่วนที่ 2 แนวทางการพัฒนาต้นแบบวัสดุปลูกคู่ผลิตภัณฑ์เชิงการค้า

การสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการสรุปได้ว่า ต้นแบบวัสดุปลูกพืชที่ร่วมกันพัฒนาขึ้น มีความเป็นไปได้ในการพัฒนาสู่ผลิตภัณฑ์เชิงการค้า โดย

เกษตรกรท่านหนึ่งกล่าวว่า “วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรในชุมชนมีจำนวนมาก เคยมีหน่วยงานราชการมาให้ความรู้และสนับสนุนงบประมาณในการทำปุ๋ยหมัก แต่โครงการไม่ต่อเนื่องทำให้เกษตรกรส่วนใหญ่ยังคงเผาทำลายในแปลงปลูกของตนเอง ทั้งนี้ถ้านำมาพัฒนาเป็นวัสดุปลูกพืชที่มี

คุณภาพอาจจะนำไปจำหน่ายเป็นรายได้เสริมให้กับครอบครัวได้” (สัมภาษณ์ประชาชน เมื่อวันที่ 6 มิถุนายน 2563)

สอดคล้องกับผู้นำชุมชนที่กล่าวว่า “การใช้ประโยชน์วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรต้องได้รับการสนับสนุนทั้งองค์ความรู้ สถานที่ และงบประมาณ ทั้งนี้การนำมาพัฒนาเป็นวัสดุปลูกพืชซึ่งส่วนใหญ่จะใช้ปลูกไม้กระถางจะเป็นแนวทางในการเพิ่มมูลค่าวัสดุเหล่านี้ได้” (สัมภาษณ์ประชาชน เมื่อวันที่ 26 กรกฎาคม 2563)

เช่นเดียวกับประชาชนท่านหนึ่งกล่าวว่า “วัสดุปลูกพืชที่จำหน่ายในร้านขายพันธุ์ไม้ในชุมชนมีราคาแพง และเมื่อนำมาใช้ปลูกไม้ดอก ไม้ประดับในกระถาง ต้นไม้ที่ปลูกจะเจริญเติบโตได้ดีในช่วงแรก หลังจากนั้นต้นไม้จะโทรม ถ้าดูแลไม่ดี ต้นไม้จะตาย ถ้ามีวัสดุปลูกพืชที่มีคุณภาพและผลิตในชุมชนอาจทำให้ราคาถูกลง” (สัมภาษณ์ประชาชน เมื่อวันที่ 26 กรกฎาคม 2563)

ทั้งนี้แนวทางการพัฒนาต้นแบบวัสดุปลูกคู่ผลิตภัณฑ์เชิงการค้า สรุปได้ดังนี้

1. แนวทางการแสวงหาวัตถุดิบ พบว่า ในพื้นที่มีเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรหลากหลายชนิดที่สามารถนำมาพัฒนาเป็นวัสดุปลูกพืชได้ โดยเฉพาะเศษเหลือทิ้งจากการตัดแต่งกิ่งมะม่วง และใบลำไยหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต ซึ่งมีผลการศึกษาว่ามีศักยภาพในการนำมาใช้เป็นปุ๋ยอินทรีย์ได้ นอกจากนี้ ในพื้นที่ยังมีการเลี้ยงโคนมที่มีแนวโน้มจำนวนผู้เลี้ยงเพิ่มมากขึ้น อันจะส่งผลต่อปริมาณมูลโคและปัสสาวะวัวที่สามารถนำมาใช้ร่วมในการผลิตวัสดุปลูกได้

2. แนวทางเกี่ยวกับกระบวนการผลิต พบว่า การเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตวัสดุปลูกพืชต้องได้รับการสนับสนุนเครื่องจักรในการตัดเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรให้มีขนาดเล็กอันจะส่งผลต่อ

ระยะเวลาในการย่อยสลาย และเครื่องจักรในการบรรจุผลิตภัณฑ์ รวมถึงต้องมีสถานที่ในการหมักวัสดุปลูกที่มีหลังคาป้องกันการชะของน้ำฝน กระบวนการผลิตวัสดุปลูกยังต้องใช้ตัวเร่งการย่อยสลาย เช่น หัวเชื้อจุลินทรีย์ น้ำหมักมูลไส้เดือนดิน และอินทรีย์วัตถุอื่นๆ ผสมรวมกัน ปัจจัยการผลิตวัสดุปลูกข้างต้นทำให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มสูงขึ้น ทั้งนี้ต้องขอรับการสนับสนุนงบประมาณจากหน่วยงานท้องถิ่นภายใต้การรวมกลุ่มของเกษตรกรหรือประชาชน

3. แนวทางการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ พบว่าผลิตภัณฑ์วัสดุปลูกพืชในปัจจุบันมีการผลิตเชิงการค้าจำนวนมาก การจำหน่ายผลิตภัณฑ์ต้องมีการประสานความร่วมมือกับหน่วยงานระดับพื้นที่เพื่อยกระดับมาตรฐานผลิตภัณฑ์และร่วมกันพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้จำหน่ายในและนอกพื้นที่ เช่น นำไปฝากขายในร้านขายสารเคมีการเกษตร ร้านขายต้นไม้ดอกไม้ประดับหรือทำผลิตภัณฑ์บรรจุเป็นถุงกระสอบขนาดเล็ก 1 - 2 กิโลกรัม เพื่อจำหน่ายให้กับผู้ซื้อในเขตเมืองนำไปปลูกไม้ดอกไม้ประดับ หรือพืชผักในกระถาง

อย่างไรก็ตาม แนวทางในการพัฒนาวัสดุปลูกจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรเชิงการค้าจำเป็นต้องให้ความสำคัญกับองค์ความรู้และทักษะของผู้ผลิตซึ่งอาจเป็นกลุ่มเกษตรกร กลุ่มวิสาหกิจชุมชน หรือกลุ่มผู้สนใจทั่วไป รวมถึงแสวงหาแนวทางในการลดต้นทุนการผลิตโดยปรับส่วนผสมในวัสดุปลูกให้ใช้ส่วนผสมที่สามารถเพิ่มปริมาณธาตุอาหารพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จะเห็นได้ว่าแนวทางในการพัฒนาต้นแบบวัสดุปลูกเชิงการค้าได้สะท้อนความเป็นไปได้ในการพัฒนาวัสดุปลูกสู่ผลิตภัณฑ์ชุมชนทั้งการแสวงหาวัตถุดิบซึ่งในพื้นที่มีเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร

จำนวนมากโดยเฉพาะเศษใบและกิ่งลำไยและมะม่วงที่เกษตรกรคัดแต่งทิ้งหลังจากการเก็บเกี่ยวผลผลิต รวมถึงเศษวัสดุเหลือทิ้งจากหอมแดง และกระเทียมที่พ่อค้าคนกลางนำเข้ามาแปรรูปในพื้นที่ ในส่วนของกระบวนการผลิตอาจจะต้องเสริมสร้างองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องทั้งวิธีการผลิตที่ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพแข่งขันกับผลิตภัณฑ์ที่มีจำหน่ายในปัจจุบันได้ รวมถึงวิธีการที่มีต้นทุนการผลิตที่เหมาะสม ทั้งนี้ Paes *et al.* (2019) พบว่า การเพิ่มมูลค่าขยะอินทรีย์มีต้นทุนในระบบสูง คุณภาพของผลิตภัณฑ์ไม่สามารถแข่งขันทางเศรษฐกิจกับผลิตภัณฑ์อื่นที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน เนื่องจากคุณภาพของขยะอินทรีย์ในแต่ละพื้นที่แตกต่างกัน นอกจากนี้ อาจจะต้องสร้างเสริมทักษะด้านการขายและการออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะของชุมชนให้กับกลุ่มผู้ผลิตสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์ท้องถิ่นเพื่อการเชื่อมโยงกับการท่องเที่ยวของชุมชนบ้านบางกะจะ จังหวัดจันทบุรี ซึ่งควรดำเนินการส่งเสริมการตลาด และการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ท้องถิ่นให้มีความหลากหลายเพิ่มขึ้น โดยการจัดการความรู้ของชุมชนเพื่อส่งเสริมการพัฒนาผลิตภัณฑ์ท้องถิ่น (Sricharoenpramong *et al.*, 2020) อย่างไรก็ตาม ต้องสร้างกระบวนการมีส่วนร่วมของเกษตรกรในฐานะผู้ผลิตวัตถุดิบ ประชาชนทั่วไปในฐานะผู้ใช้วัสดุปลูก และหน่วยงานท้องถิ่น ในฐานะผู้สนับสนุนงบประมาณและองค์ความรู้ และปรับกระบวนการผลิตให้สามารถดำเนินการได้โดยกลุ่มเกษตรกร ทั้งนี้การอ้างอิงผลการตรวจสอบคุณภาพทางห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์อาจจะเป็นแนวทางในการสร้างการยอมรับของผู้บริโภคซึ่งจะส่งผลต่อการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ต่อไป

สรุป

ต้นแบบวัสดุปลูกพืชจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรสิ่งทดลองที่ 2 ที่มีส่วนผสมของใบและกิ่งลำไย:ดินร่วน:ใบจามจุรีแห้ง:มูลโคนมแห้ง มีค่าความหนาแน่นและค่าความพรุนที่ดี สิ่งทดลองที่ 7 ที่มีส่วนผสมของใบและกิ่งมะม่วง:ใบและกิ่งลำไย:เศษดิน ราก และเปลือกหอมแดงแห้ง:ดินร่วน:ใบจามจุรีแห้ง:มูลโคนมแห้งมีค่าการนำไฟฟ้าและปริมาณอินทรีย์วัตถุที่ดี ทั้งนี้กระบวนการพัฒนาวัสดุปลูกพืชต้องนำเสนอข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องเพื่อสร้างการยอมรับของผู้ใช้ รวมถึงเสริมสร้างทักษะที่เกี่ยวข้องให้กับชุมชน อย่างไรก็ตาม การพัฒนาผลิตภัณฑ์เชิงการค้าต้องสร้างกระบวนการมีส่วนร่วมและแบ่งปันผลประโยชน์ร่วมกันอย่างทั่วถึง การรวมกลุ่มผู้สนใจในชุมชนเพื่อขอรับการสนับสนุนงบประมาณจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องอาจเป็นกระบวนการในระยะเริ่มต้น

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. การนำวัสดุเหลือทิ้งมาทำวัสดุปลูกพืชต้องพิจารณาระยะเวลาของการหมักที่จะส่งผลต่อการย่อยสลายของวัสดุอินทรีย์แต่ละชนิดที่นำมาใช้ โดยเฉพาะสิ่งทดลองที่มีส่วนผสมของ ใบ และกิ่งมะม่วง และใบ และกิ่งลำไย ทั้งนี้การเพิ่มปริมาณไนโตรเจนจากมูลสัตว์ส่งผลต่อการลดเวลาการย่อยสลายในกองวัสดุปลูก และเพิ่มปริมาณธาตุอาหารพืชในวัสดุปลูกได้
2. คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของวัสดุปลูกอาจจะยังไม่ครอบคลุมและบ่งชี้ถึงองค์ประกอบที่แท้จริงในวัสดุปลูกโดยเฉพาะปริมาณธาตุอาหารพืช อย่างไรก็ตาม ประสิทธิภาพที่สะท้อนจากการสุ่มตรวจคุณสมบัติทางกายและเคมีโดยเฉพาะปริมาณอินทรีย์วัตถุก็อาจจะนำไปสู่ข้อสรุปของสิ่งทดลองที่

สามารถนำไปพัฒนาหรือใช้ประโยชน์ในการพัฒนาวัสดุปลูกพืชจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรได้

3. การพัฒนาวัสดุปลูกเชิงการค้าจำเป็นต้องสร้างกระบวนการเรียนรู้ของทุกภาคส่วน การอบรมเพื่อสร้างเสริมความรู้เป็นแนวทางในการสร้างการเรียนรู้ที่เหมาะสม แต่ต้องให้ความสำคัญต่อประเด็นที่ใช้ในการอบรมที่ตรงต่อการใช้ประโยชน์ สถานที่และระยะเวลาที่เหมาะสม

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาวัสดุปลูกที่ผสมวัสดุอินทรีย์ที่หลากหลาย เช่น การนำกากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสียมาเป็นส่วนผสมร่วมกับใบจามจุรีและวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่ย่อยสลายยาก
2. ศึกษาความเหมาะสมของรูปแบบการหมัก ระยะเวลาการหมัก และการนำกลุ่มจุลินทรีย์มาช่วยในกระบวนการหมักเพื่อให้ได้วัสดุปลูกที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช
3. ศึกษารูปแบบการเรียนรู้ชุมชนเพื่อการพัฒนาและใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรบนฐานการมีส่วนร่วมที่แท้จริง ทั้งนี้อาจนำแนวทางการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมมาประยุกต์ใช้เพื่อการศึกษา

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยนี้สำเร็จตามวัตถุประสงค์ขอขอบคุณผู้เกี่ยวข้องที่ได้ให้ข้อมูลการวิจัย และมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ที่สนับสนุนทุนวิจัยจากงบประมาณแผ่นดินปีงบประมาณ พ.ศ. 2563 โดยการสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.)

เอกสารอ้างอิง

Agricultural Extension Office of Lamphun, 2018. **Longan Production in Lamphun Province 2018.**

- Available Source: <http://www.lamphun.doae.go.th/>, January 2, 2021. (in Thai)
- Center of Fuels and Energy from Biomass. 2017. **Biomass Potential in Thailand**. Available Source: <http://www.iscisaraburee.sc.chula.ac.th/2017/index.php/2016/06/06/i-sink-under-the-weight-of-the-splendour/>, January 24, 2021. (in Thai)
- Department of Agriculture. 2005. **Organic Materials and Manure in Agricultural Areas**. The Agricultural Co - operative Federation of Thailand, Bangkok. (in Thai)
- Handreck, K.A. and Black, N.D. 1994. **Growing Media for Ornamental Plants and Turf**. New South Wales University Press. Randwick, N.S.W.
- Jaitae, S. 2013. Development of Healthy Home Garden Vegetable Production at Saluang-Keelek community, Maerim District, Chiang Mai Province. **Rajabhat Chiang Mai Research Journal** 14(2): 15-22. (in Thai)
- Jaitae, S. 2019. **Research Report on Development of Growing Media Product from Community Wastes for Agricultural Safety**. Chiang Mai Rajabhat University, Chiang Mai. (in Thai)
- Kaewmorakot, T. 2013. Production of Compost from Shallot Waste, Bone meal and Goat dung. Master Thesis of Science, Prince of Songkla University. (in Thai)
- Kaewwongsa, A. 2013. **Soil Mixture for Potted Plants**. Available Source: <https://www.rakbankerd.com>, March 12, 2021.
- Kietnontapat, N. and Aroonrungsikul, C. 2012. Efficiency Improvement Technique on Insee 1 Seedling Production for Leaf Juice Extract. **Agricultural Science Journal** 43(2)(Suppl.): 185-188. (in Thai)
- Optian, S., Ngencharoen, S. and Oupkaew, P. 2018. Feasibility Study of Growing Material Production from Sugarcane Bagasse and Wastewater Sludge. **VRU Research and Development Journal Science and Technology** 12(1): 79-92. (in Thai)
- Paes, L.A.B., Bezerra, B.S., Deus, R.M., Daniel, J. and Battistelleb, R.A.G. 2019. Organic Solid Waste Management in a Circular Economy Perspective - A Systematic Review and SWOT Analysis. **Journal of Cleaner Production**. **V.239**. Available Source: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118086>, May 2, 2021.
- Pan, I., Dam, B. and Sen, S.K. 2012. Composting of Common Organic Wastes Using Microbial Inoculants. **3 Biotech** 2(2): 127-134.
- Reinikainen, O. 1993. Choice of Growing Media for Pot Plants. **Acta Horticulturae** 342: 357-360.
- Seephueak, P., Wongpisal, P., Preecha, C. and Seephueak, W. 2020. Effect of Fungi on Physical and Nutrient of Compost from Oil Palm Frond (*Elaeis guineensis* Jacq.). **RMUTSV Research Journal** 12(3): 552-565. (in Thai)
- Sricharoenpramong, S., Yingyong, R. and Thipsot, S. 2020. Local Product Development Guidelines in Connection with Tourism of Bang Kacha Community, Chanthaburi Province. **Rajabhat**

- Chiang Mai Research Journal** 21(2): 157-166. (in Thai)
- Tengkaew, S. and Wiwattanadate, D. 2014. Study of Source and Potential of Biomass from Field Corn in Thailand. **Princess of Naradhiwas University Journal** 6(3): 102-111. (in Thai)
- Thongjoo, C., Henpitak, J. and Vungkarn, W. 2001. **Study and Development of The Growing Media from Waste Products of Agri-industry in The Western Region of Thailand**. Available Source: https://kukr2.lib.ku.ac.th/kukr_es/index.php?BKN/search_detail/result/7522, March 21, 2021. (in Thai)
- Venkatramanan, V., Shah, S., Rai, AK. and Prasad, R. 2021. Nexus Between Crop Residue Burning, Bioeconomy and Sustainable Development Goals Over North-Western India. **Frontiers in Energy Research** 8: 614212.
- Yamyang, M., Pante, T., Koedme, S., Pootaen-on, Y., Khiangam, S., Meetum, P. and Na Chiangma, P. 2018. Changeable on Some Physical and Chemical Properties during Composting of Low - Cost Compost. **Khon Kaen Agricultural Journal** 46(Suppl.): 308-314. (in Thai)