การพัฒนาและศึกษาความเป็นไปได้ของกระถางวัสดุปลูกจากมูลไส้เดือน เพื่อส่งเสริมความยั่งยืนของชุมชน

Development and Feasibility Study of Plant Pots Using Earthworm Compost for Sustainable Community Promotion

สุนทรียา สาเนียม[1] กัญญาภัค แจ่มใส[1] เอลีชา เรืองศิริไพบูลย์[1] กนกกร บุญเป็งแก้ว[2] จิรฐา ธรรมศรี[2] กิตติธัช เทพนุ้ย[2] กิตติพัฒน์ วงค์สุทะ[2] และ ณัฐกาญ จันทร์หอมเกสร[2]*

Soonthareeya Sanium[1], Kunyapak Jamsai[1], Aleecha Ruangsiripaiboon[1], Kanokkorn Boonpengkaew[2], Jiratha Thummasri[2], Kittitach Thepnuy[2], Kittipat Wongsuta[2] and Natthakarn Janhomkesorn[2]*

[1]คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร 10110

[1]Faculty of Education, Srinakharinwirot University, Bangkok 10110, Thailand

[2]วิทยาลัยบูรณาการศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร 10900

[2]School of Integrated Science, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand

Abstract: This study aimed to: (1) develop a production process for biodegradable planting pots made from vermicompost combined with organic materials, including coconut coir and soil; (2) evaluate the physical, chemical, and preliminary functional properties of the developed vermicompost-based pots; and (3) examine consumer acceptance of the product as an alternative to plastic pots to support community sustainability. A mixed-methods research design was employed. The optimal formulation consisted of 80 g of vermicompost, 100 g of rice husk ash, 100 g of coconut coir, 100 g of standard soil, and 200 g of cassava starch as a binding agent. Quantitative analyses included chemical property testing (pH, moisture content, and electrical conductivity: EC) and physical property testing (weight loss after drying and mechanical strength using a Universal Testing Machine). Seedling growth performance was also evaluated using Chinese kale over a seven-day period. Consumer acceptance data were collected from 42 participants and analyzed using descriptive statistics. The results indicated that the vermicompost-based planting pots had chemical properties suitable for plant growth (pH = 7.43, EC = 227 ppm), good moisture retention, and adequate mechanical strength for practical use. Seedling growth was comparable to the control treatment. Overall product acceptance was rated as acceptable, with environmental conservation receiving the highest mean score (M = 4.55, SD = 0.68). These findings reflect positive perceptions of biodegradability and the potential to reduce plastic use while promoting sustainable community resource utilization.

Keywords: Earthworm compost, plant pot development, product innovation, sustainability, community development

บทคัดย่อ: การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนากระบวนการผลิตกระถางปลูกพืชย่อยสลายได้จากมูลไส้เดือนร่วมกับวัสดุอินทรีย์ ได้แก่ ขุยมะพร้าวและดิน 2) ประเมินคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และการใช้งานเบื้องต้น

ของกระถางที่พัฒนาขึ้น และ 3) ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อกระถางจากมูลไส้เดือนในฐานะทางเลือกทดแทนกระถางพลาสติกเพื่อส่งเสริมความยั่งยืนของชุมชน โดยใช้รูปแบบการวิจัยแบบผสมผสาน สูตรวัสดุที่เหมาะสมประกอบด้วย มูลไส้เดือน 80 กรัม แกลบ 100 กรัม ขุยมะพร้าว 100 กรัม ดินมาตรฐาน 100 กรัม และแป้งมันสำปะหลัง 200 กรัมเป็นตัวประสาน การวิเคราะห์เชิงปริมาณครอบคลุมการทดสอบคุณสมบัติทางเคมี ได้แก่ ค่าความเป็นกรด–ด่าง (**pH**) ความชื้น และค่าการนำไฟฟ้า (**EC**) และการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ การสูญเสียน้ำหนักหลังการอบ และความแข็งแรงเชิงกลด้วยเครื่อง **universal testing machine** พร้อมทั้งทดสอบการเจริญเติบโตของต้นกล้าคะน้าเป็นเวลา 7 วัน ข้อมูลการยอมรับผลิตภัณฑ์จากกลุ่มตัวอย่าง 42 คน วิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงพรรณนา ผลการวิจัยพบว่า กระถางจากมูลไส้เดือนมีคุณสมบัติทางเคมีเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช (**pH = 7.43, EC = 227 ppm**) สามารถรักษาความชื้นได้ดี และมีความแข็งแรงเพียงพอต่อการใช้งานจริง การเจริญเติบโตของต้นกล้าใกล้เคียงกับกลุ่มควบคุม ผู้บริโภคมีการยอมรับผลิตภัณฑ์โดยรวมในระดับยอมรับได้ โดยด้านการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมมีค่าเฉลี่ยสูงสุด (**M = 4.55, S.D. =** 0.68) สะท้อนศักยภาพของผลิตภัณฑ์ในการย่อยสลายได้ ลดการใช้กระถางพลาสติก และส่งเสริมการใช้ทรัพยากรอย่างยั่งยืนในระดับชุมชน

คำสำคัญ: มูลไส้เดือน การพัฒนากระถางต้นไม้ นวัตกรรมผลิตภัณฑ์ ความยั่งยืน การพัฒนาชุมชน

คำนำ

วัสดุปลูกหมายถึงสารหรือวัสดุที่ใช้ในการปลูกพืช ทำหน้าที่รองรับรากและสนับสนุนการเจริญเติบโตของพืช โดยอาจอยู่ในรูปของดินหรือวัสดุปลูกสำหรับระบบกระถาง ขึ้นอยู่กับชนิดพืชและรูปแบบการเพาะปลูก วัสดุปลูกในกระถางเพาะชำมีบทบาทสำคัญต่อการควบคุมสภาพแวดล้อมของพืช เช่น ความชื้น การระบายน้ำ และการให้ธาตุอาหาร ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเพาะปลูกและลดการสูญเสียทรัพยากรทางการเกษตร (Edwards *et al*., 2011) ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา มีการพัฒนาวัสดุปลูกจากวัสดุอินทรีย์เพื่อทดแทนกระถางพลาสติก เพื่อลดปัญหาขยะตกค้างและผลกระทบต่อดินและสิ่งแวดล้อมในระยะยาว (United Nations, 2015)

กระถางเพาะชำจากวัสดุปลูกมูลไส้เดือนเป็นทางเลือกที่สอดคล้องกับแนวทางการเกษตรอย่างยั่งยืน เนื่องจากช่วยลดการใช้พลาสติกและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากวัสดุสังเคราะห์ กระถางดังกล่าวผลิตจากวัสดุอินทรีย์ เช่น มูลไส้เดือน มูลวัว แกลบดำ และกากมะพร้าว ซึ่งสามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ และสามารถนำลงปลูกในดินได้โดยตรงโดยไม่ก่อให้เกิดสารตกค้างหรือความเป็นพิษต่อดิน สิ่งแวดล้อม มนุษย์ และสัตว์เลี้ยง อีกทั้งยังเหมาะสมต่อการใช้งานในระบบเพาะชำและการปลูกพืชเชิงพาณิชย์

มูลไส้เดือนเป็นวัสดุอินทรีย์ที่มีคุณค่าทางการเกษตรสูง เนื่องจากอุดมไปด้วยธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช เช่น ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม เหล็ก และทองแดง รวมทั้งมีกรดฮิวมิก (humic acid) ซึ่งช่วยเพิ่มความสามารถในการกักเก็บธาตุอาหารและความชื้นในดิน ส่งผลให้พืชสามารถดูดซึมสารอาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Abad and Shafiqi, 2024) นอกจากนี้ มูลไส้เดือนยังช่วยปรับปรุงโครงสร้างดินและรักษาความชื้นในดิน ซึ่งสอดคล้องกับ Edwards *et al*. (2011) ที่ระบุว่ามูลไส้เดือนเป็นทางเลือกที่ยั่งยืนแทนปุ๋ยเคมี เนื่องจากช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

ในบริบทชุมชนชนบท การใช้มูลไส้เดือนเป็นวัสดุปลูกสามารถลดของเสียทางการเกษตรและเพิ่มมูลค่าวัสดุอินทรีย์เหลือใช้ เช่น มูลวัว แกลบ และกากมะพร้าว การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากทรัพยากรชีวภาพในท้องถิ่นจึงช่วยเพิ่มรายได้ ลดต้นทุน และเสริมสร้างความเข้มแข็งทางเศรษฐกิจของชุมชนอย่างยั่งยืน ซึ่งสอดคล้องกับ Chantanapelin *et al*. (2023) กล่าวว่า แนวทางในการส่งเสริมผลิตภัณฑ์ชุมชนทางการเกษตรอินทรีย์

เป็นการสร้างการตลาดที่ยั่งยืนและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมการประเมินคุณสมบัติของวัสดุปลูกในรูปแบบกระถางเพาะชำจำเป็นต้องพิจารณาทั้งด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ เพื่อให้มั่นใจว่าวัสดุปลูกมีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชและไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การทดสอบทางเคมีครอบคลุมการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด–ด่าง (pH) ปริมาณธาตุอาหารหลักและรอง รวมถึงการตรวจสอบสารปนเปื้อนที่อาจส่งผลต่อพืชและดิน (Abad and Shafiqi, 2024); Edwards *et al.*, 2011) ในมิติของเศรษฐกิจหมุนเวียน (circular economy) ที่มุ่งเน้นการนำทรัพยากรกลับมาใช้ใหม่อย่างมีคุณค่า (Geissdoerfer *et al.*, 2017) รวมถึงการสร้างนวัตกรรมเชิงนิเวศในระดับชุมชน ซึ่งสามารถยกระดับคุณภาพชีวิต สร้างรายได้ และเสริมสร้างความเข้มแข็งของชุมชนในระยะยาว (Pretty, 2003)

อำเภอศรีประจันต์ จังหวัดสุพรรณบุรี เป็นพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการศึกษานี้ เนื่องจากเป็นชุมชนเกษตรกรรมที่มีการใช้กระถางเพาะชำพลาสติกจำนวนมาก ขณะเดียวกันยังมีทรัพยากรอินทรีย์และองค์ความรู้ด้านการจัดการของเสียทางการเกษตร การพัฒนากระถางเพาะชำจากวัสดุปลูกมูลไส้เดือนจึงสอดคล้องกับแนวคิดการพัฒนาอย่างยั่งยืนและเศรษฐกิจหมุนเวียนที่มุ่งใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า (United Nations, 2015; Geissdoerfer *et al.*, 2017)

ดังนั้น การวิจัยนี้มุ่งพัฒนากระถางเพาะชำย่อยสลายได้จากมูลไส้เดือนผสมวัสดุอินทรีย์อื่น ได้แก่ มูลวัว แกลบ และขุยมะพร้าว พร้อมทดสอบคุณสมบัติด้านกายภาพและเคมี รวมถึงประเมินการใช้งานเบื้องต้น เพื่อพิจารณาความเหมาะสมของผลิตภัณฑ์สำหรับการใช้ในภาคการเกษตรอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนากระบวนการผลิตภัณฑ์กระถางจากวัสดุปลูกจากมูลไส้เดือนร่วมกับวัสดุอินทรีย์อื่น ได้แก่ ขุยมะพร้าว และดิน 2) ทดสอบผลิตภัณฑ์กระถางจากวัสดุปลูกมูลไส้เดือนทางกายภาพ ทางเคมี และการใช้งานเบื้องต้น และ 3) สำรวจการยอมรับผลิตภัณฑ์กระถางจากวัสดุปลูกมูลไส้เดือนของผู้บริโภค

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบผสมผสาน (mixed method research) โดยมุ่งศึกษา 1) เพื่อพัฒนากระบวนการผลิตภัณฑ์กระถางจากวัสดุปลูกจากมูลไส้เดือนร่วมกับวัสดุอินทรีย์อื่น ได้แก่ ขุยมะพร้าว และดิน 2) เพื่อทดสอบผลิตภัณฑ์กระถางจากวัสดุปลูกมูลไส้เดือน ทางกายภาพ ทางเคมี และการใช้งานเบื้องต้น และ 3) เพื่อทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์กระถางจากวัสดุปลูกมูลไส้เดือนของ โดยดำเนินการวิจัยระหว่างเดือนธันวาคม 2567 - มีนาคม 2568 พื้นที่วิจัยได้แก่ พื้นที่อำเภอศรีประจันต์ จังหวัดสุพรรณบุรี

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ผู้ให้ข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้ ได้คัดเลือกกลุ่มผู้ให้ข้อมูลแบบเจาะจง (purposive sampling) จากบุคคลทั่วไปที่เดินตลาดต้นไม้สวนจตุจักร จำนวน 42 คน ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มผู้ใช้หรือกลุ่มลูกค้าเป้าหมายของผลิตภัณฑ์กระถางวัสดุปลูกจากมูลไส้เดือน เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีการจำหน่ายและใช้งานกระถางปลูกพืช วัสดุปลูก และไม้ประดับอย่างต่อเนื่อง ทำให้ผู้ให้ข้อมูลมีประสบการณ์และความสนใจที่เกี่ยวข้องกับการเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ดังกล่าว โดยกลุ่มตัวอย่างมีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจการยอมรับผลิตภัณฑ์ในระดับเบื้องต้น (exploratory product acceptance)

กระบวนการวิจัยและเครื่องมือวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาและทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ วัสดุปลูก คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี ทฤษฎีทางชีวภาพ และพื้นที่ชุมชนที่ใช้พัฒนา

ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนาและออกแบบ

ผลิตภัณฑ์กระถางวัสดุปลูกจากมูลไส้เดือน

ขั้นตอนที่ 3 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของกระถางวัสดุปลูกมูลไส้เดือน ทั้งคุณสมบัติทางกายภาพและเคมี

วิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี

1. วิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยใช้ชุดตรวจ Toolkit

2. วิเคราะห์ค่าความชื้นในวัสดุปลูก โดยใช้เครื่องวัดความชื้นในดิน

วิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ

1. ค่าความหนาแน่นรวม น้ำหนักก่อนอบ-หลังอบ ด้วยเครื่องอบไล่ความชื้นในอุณหภูมิ 70 องศาเซสเซียส เป็นระยะเวลา 8 ชั่วโมง

2. ค่าความแข็งแรงของวัสดุปลูกด้วยเครื่อง universal testing machine (UTM)

3. วิเคราะห์ผลการเจริญเติบโตของต้นเคลในวัสดุปลูกมูลไส้เดือน บันทึกการเจริญเติบโตของต้นเคลหลังจากการปลูกในกระถางวัสดุปลูกมูลไส้เดือนทั้งหมด 7 วัน บันทึกข้อมูลดังนี้

3.1 ความสูง โดยวัดความสูงระหว่างการเจริญเติบโตจากโคนต้นเคลไปถึงยอดต้นเคล

3.2 ความชื้น โดยใช้เครื่องวัดความชื้นในดินก่อนรดน้ำและหลังรดน้ำ

3.3 จำนวนต้น โดยการนับจำนวนต้นตั้งแต่ต้นหอมเจริญเติบโตวันแรก จนไม่มีต้นหอมขึ้นอีก

ขั้นตอนที่ 4 วิเคราะห์ผลการสำรวจการยอมรับผลิตภัณฑ์จากกลุ่มตัวอย่างแบบสอบถามมีทั้งหมด 4 ตอนดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

ตอนที่ 2 ลักษณะผลิตภัณฑ์

ตอนที่ 3 แบบสำรวจการยอมรับผลิตภัณฑ์เพื่อนำไปปรับปรุง พัฒนากระถางต้นไม้จากวัสดุปลูก

ตอนที่ 4 ข้อเสนอแนะ

ขั้นตอนที่ 5 สรุปผลการวิจัย โดยใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าความถี่ (frequency) ค่าร้อยละ (percent) ค่าเฉลี่ย (mean) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

ผลการศึกษา

ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ที่ 1 เพื่อพัฒนากระบวนการผลิตภัณฑ์กระถางจากวัสดุปลูกจากมูลไส้เดือนร่วมกับวัสดุอินทรีย์อื่น ได้แก่ ขุยมะพร้าว และ ดิน ผลจากการศึกษาการพัฒนากระถางปลูกพืชโดยใช้วัสดุปลูกที่มีส่วนประกอบหลักจากมูลไส้เดือนร่วมกับวัสดุอินทรีย์อื่น ๆ ได้แก่ แกลบ ขุยมะพร้าว และดินปลูก พร้อมกับการใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นตัวประสาน พบว่ากระบวนการผลิตสามารถดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีขั้นตอนการผลิตกระถางวัสดุปลูกมูล-ไส้เดือนดังขั้นตอนต่อไปนี้

รอบที่ 1 ผลิตกระถางวัสดุปลูกมูลไส้เดือนและขึ้นรูปด้วยมือทั้งหมด 4 สูตร

1. ขั้นตอนในการพัฒนากระถางวัสดุปลูกมูลไส้เดือน วัตถุดิบที่ใช้สำหรับการสร้างวัสดุปลูกมูลไส้เดือน ประกอบด้วย มูลไส้เดือน: แกลบ: กากมะพร้าว: ดินปลูก โดยอัตราส่วนของส่วนผสมรายละเอียดดัง Table 1

Table 1. Proportions of materials used for biodegradable pot formulation

Treatment	Material			
	Earthworm compost (g)	Rice husk (g)	Coconut coir (g)	Standard soil (g)
T1	300	-	-	200
T2	200	50	50	200
T3	100	100	100	200
T4 (Control)	-	-	-	500

2. ขั้นตอนการผลิตกระถางวัสดุปลูกมูลไส้เดือน การเตรียมวัตถุดิบในการทำวัสดุปลูกมูลไส้เดือนตาม (process) มีขั้นตอนดัง Figure 2 และ 3

ขั้นตอนที่ 1 นำวัตถุดิบทั้งหมดมาผสมกันตามสัดส่วนที่กำหนดไว้ ดัง Table 1

Figure 2. Raw materials

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นตอนการเตรียมต้มแป้งมันสำปะหลังในอัตราส่วน แป้ง 200 กรัม ต่อน้ำ 1 ลิตร

Figure 3. Preparation method of cassava starch

Figure 4. The process of potting Earthworm castings by manual

ขั้นตอนที่ 3 นำวัตถุดิบทั้งหมดมาผสมกับแป้งมันสำปะหลังที่ต้มเตรียมไว้ตามความเหมาะสมและขึ้นรูปด้วยมือ

จากการเปรียบเทียบค่า N, P, K ของทั้ง 4 สูตรกับสูตรควบคุม (T ควบคุม) พบว่าสูตรที่มีค่าใกล้เคียงกับสูตรควบคุมมากที่สุดคือสูตร T3 ดังนั้นจึงเลือกสูตร T3 มาทำการพัฒนาต่อโดยดำเนินการขึ้นรูปวัสดุผ่านเครื่องอัดกระถาง Figure 4

ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 เพื่อทดสอบผลิตภัณฑ์กระถางจากวัสดุปลูกมูลไส้เดือนทางเคมีทางกายภาพ และการใช้งานเบื้องต้น

ผลการทดสอบทางเคมี การทดสอบกระถางทางเคมีโดยเครื่องมือ Toolkit คือ กระบวนการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของดิน สารละลายธาตุอาหาร หรือวัสดุเพาะปลูก ดัง Figure 5 – 8 โดยใช้ชุดเครื่องมือเฉพาะทางเพื่อวัดค่าทางเคมี เช่น ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณธาตุอาหารได้ผล ดัง Table 2

รอบที่ 2 ผลิตกระถางวัสดุปลูกมูลไส้เดือน โดยใช้เครื่องอัดกระถาง

Figure 5. Material mixer

Figure 6. Press molding of plant pots

Figure 7. Steps for pruning the pot

Figure 8. Hot air-drying process

Table 2. Chemical properties of earthworm potting mixture

Treatment	pH	Moisture content (%)	Electrical conductivity (EC, ppm)
T3 (Selected formula)	7.43	7%	227
T4 (Control)	6.45	10%	301

จาก Table 2 ผลวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี พบว่า T3 (สูตรที่เลือกพัฒนา) มีค่า pH อยู่ที่ 7.43 และค่าความชื้นอยู่ที่ 7% และ และค่า EC (ppm) หรือค่าสภาพนำไฟฟ้าอยู่ที่ 227 ซึ่งมีความใกล้เคียงกับสูตร T4 (ควบคุม) มากที่สุด

ผลการทดสอบทางกายภาพ ทดสอบน้ำหนักก่อน-หลังอบของกระถางที่ อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 8 ชั่วโมงเพื่อดูน้ำหนักที่เสียไปของกระถางได้ผลดัง Table 3

จาก Table 3 ผลวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ น้ำหนักก่อนอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 8 ชั่วโมง พบว่า สูตรT3 (สูตรที่เลือกพัฒนา) มีค่าน้ำหนักก่อนอบ เฉลี่ยอยู่ที่ 213.57 (S.D. = 1.24) และ สูตรT4 (ควบคุม) มีค่าน้ำหนักก่อนอบ เฉลี่ยอยู่ที่ 232.60 (S.D. = 2.99) และน้ำหนักหลังอบ สูตรT3 (สูตรที่เลือกพัฒนา) เฉลี่ยอยู่ที่ 131.07 (S.D. = 8.49) และ สูตร T4 (ควบคุม) เฉลี่ยอยู่ที่ 173.87 (S.D. = 8.67)

Table 3. Physical properties before and after drying at 70°C

Treatment	Weight before drying (g)		Weight after drying (g)	
	Mean	S.D.	Mean	S.D.
T3 (Selected formula)	213.57	1.24	131.07	8.49
T4 (Control)	232.60	2.99	173.87	8.67

การทดสอบคุณสมบัติความแข็งแรงของวัสดุปลูก การทดสอบความเค้นของกระถางโดยใช้เครื่อง universal testing machine เพื่อทดสอบความคงทนของกระถางในเบื้องต้นผลการทดสอบดัง Table 4

จาก Table 4 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ โดยใช้เครื่อง universal testing machine พบว่า T3 (สูตรที่เลือกพัฒนา) มีค่า yield point (จุดที่วัสดุเริ่มเปลี่ยนรูปร่าง) load (N) อยู่ที่ 2126.63 นิวตัน และมีค่า deformation (mm) อยู่ที่ 2.70 มิลลิเมตร และ T4 (ควบคุม) มีค่า yield point load (N) อยู่ที่ 2306.83 นิวตัน และมีค่า deformation (mm) อยู่ที่ 5.62 มิลลิเมตร และค่า maximum load (จุดที่วัสดุสามารถรับแรงได้มากที่สุด) ของสูตร T3 (สูตรที่เลือกพัฒนา) พบว่ามีค่า load (N) อยู่ที่ 2558.00 นิวตัน และมีค่า deformation (mm) อยู่ที่ 6.68 มิลลิเมตร และ T4 (ควบคุม) มีค่า maximum load (N) อยู่ที่ 2413.50 นิวตัน และมีค่า deformation (mm) อยู่ที่ 3.63 มิลลิเมตร

Table 4. Physical properties from universal testing machine

Treatment	Yield point		Maximum load	
	Load (N)	Deformation (mm)	Load (N)	Deformation (mm)
T3 (Selected formula)	2126.63	2.70	2558.00	6.68
T4 (Control)	2306.83	5.62	2413.50	3.63

การวิเคราะห์ผลการเจริญเติบโตของต้นคะน้าในวัสดุปลูกมูลไส้เดือน การทดสอบการใช้งานกระถางโดยเบื้องต้นโดยเพาะเมล็ดคะน้า แบบย่อยเมล็ด โดยรดน้ำทุกวันเป็นระยะเวลาทั้งหมด 7 วัน เพื่อทดสอบการใช้กระถางในระดับเบื้องต้น ผลการทดสอบดัง Table 5

จาก Table 5 พบว่าค่าความชื้นเฉลี่ยของวัสดุปลูกในแต่ละวันของสูตร T3 (สูตรที่เลือกพัฒนา) และ T4 (ควบคุม) ตั้งแต่วันที่ 1 ถึงวันที่ 7 ผลการทดลองพบว่า วัสดุปลูกสูตร T3 มีค่าความชื้นเฉลี่ยอยู่ที่ 5.33% (S.D. = 1.17) T4 ซึ่งมีค่าความชื้นเฉลี่ยอยู่ที่ 6.41% (S.D. = 1.62) จากข้อมูลดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่าสูตร T3 มีประสิทธิภาพในการรักษาความชื้นได้คงที่มากกว่าสูตรควบคุม ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่ดีของวัสดุปลูกในการควบคุมสภาพแวดล้อมของพืชอย่างเหมาะสม

Table 5. Moisture content (%) of Chinese kale at 1, 3, 5 and 7 days

Treatment	Day 1	Day 3	Day 5	Day 7	Mean	S.D.
T3 (Selected formula)	5.33	5.33	3.67	7.00	5.33	1.17
T4 (Control)	6.33	9.33	5.33	5.67	6.41	1.62

จาก Table 6 พบว่าค่าความสูงเฉลี่ยของต้นกล้าคะน้าที่ปลูกในวัสดุปลูกสูตร T3 (สูตรที่เลือกพัฒนา) และสูตร T4 (ควบคุม) ในช่วงระยะเวลา 7 วัน ในช่วงวันที่1 ยังไม่มีการงอกของต้นกล้าในทั้งสองสูตร ต่อมาในวันที่ 3 ทั้งสองสูตรมีค่าความสูงเฉลี่ยเท่ากันที่ 0.50 เซนติเมตร สำหรับสูตร T3 ความสูงเฉลี่ยของต้นกล้าในวันที่ 5 และ 7 อยู่ที่ 5.33 และ 7.33 เซนติเมตร ตามลำดับ ขณะที่สูตรควบคุม T4 มีค่าความสูงเฉลี่ยในวันที่ 5 และ 7 อยู่ที่ 4.67 และ 7.93 เซนติเมตร ตามลำดับ ผลการทดสอบดัง Table 6

Table 6. Plant height (cm) of Chinese kale at 1, 3, 5 and 7 days

Treatment	Day 1	Day 3	Day 5	Day 7	Mean	S.D.
T3 (Selected formula)	-	0.50	5.33	7.33	3.29	3.13
T4 (Control)	-	0.50	4.67	7.93	3.28	3.24

ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 3 เพื่อทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์กระถางจากวัสดุปลูกมูลไส้เดือนของผู้บริโภค

จาก Table 7 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ทั้งหมด 42 คน เป็นเพศชาย 21 คน คิดเป็นร้อยละ 50 เพศหญิง 21 คน คิดเป็นร้อยละ 50 ด้านอายุ 20-30 ปีพบมากที่สุด จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 30.95 รองลงมา คือ อายุ 31-40 ปี จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 23.80 และอายุต่ำกว่า 19 ปี จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 16.70 ตามลำดับ ด้าน

อาชีพพบว่า นักเรียน/นักศึกษามากที่สุด จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 30.95 รองลงมา ธุรกิจส่วนตัว จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 19.04 และอาชีพอื่น ๆ จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 16.66 ตามลำดับ ด้านรายได้เฉลี่ยต่อเดือน พบว่า ช่วงรายได้ 10,001 – 20,000 มากที่สุด จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 45.23 รองลงมา ช่วงรายได้ 20,001 – 30,000 จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 26.19 และ ช่วงรายได้ มากกว่า 30,000 จำนวน9 คน คิดเป็นร้อยละ 21.42 ตามลำดับ ผลการทดสอบดัง Table 7

Table 7. Demographic characteristics of respondents (n = 42)

Demographic Characteristic	Frequency (n)	Percentage (%)
Gender		
Male	21	50
Female	21	50
Total	42	100
Age		
Under 19 years	7	16.67
20 – 30 years	13	30.95
31 – 40 years	10	23.80
41 – 50 years	5	11.91
51 – 60 years	5	11.91
Over 61 years	2	4.76
Total	42	100
Occupation		
Student	13	30.95
Government officer	5	11.91
Business owner	8	19.04
Farmer	5	11.91
Private company /employee	4	9.52
Others	7	16.67
Total	42	100
Average monthly income		
Below 10,000 THB	3	7.14
10,001 – 20,000 THB	19	45.24
20,001 – 30,000 THB	11	26.19
Above 30,000 THB	9	21.43
Total	42	100

จาก Table 8 แบบสำรวจการยอมรับผลิตภัณฑ์เพื่อนำไปพัฒนาและปรับปรุง ทั้ง 4 ด้าน พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีระดับการยอมรับผลิตภัณฑ์โดยรวมอยู่ในระดับ ยอมรับได้ (acceptable) โดยด้านที่ได้รับคะแนนเฉลี่ยสูงสุดคือ ด้านการรักษาสิ่งแวดล้อม (ค่าเฉลี่ย = 4.55, S.D. = 0.68) ซึ่งรายการ ผลิตภัณฑ์สามารถย่อยสลายได้ ได้คะแนนเฉลี่ยสูงสุด (4.81, S.D. = 0.50) รองลงมา ด้านการ

ใช้งานและการออกแบบ มีค่าเฉลี่ยรวม 4.13 (S.D. = 0.79) โดยรายการขนาดผลิตภัณฑ์มีความเหมาะสมกับการใช้งาน ได้รับคะแนนสูงสุดในกลุ่ม (4.24, S.D. = 0.75) รองลงมา ด้านคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ มีค่าเฉลี่ยรวม 4.19 (S.D. = 0.79) โดยรายการความแข็งแรงของผลิตภัณฑ์ ได้รับคะแนนสูงสุด (4.26, S.D. = 0.73) และ ด้านการเพิ่มมูลค่า ผลิตภัณฑ์ได้รับค่าเฉลี่ย 4.45 (S.D. = 0.73) ตามลำดับ ผลการทดสอบดัง Table 8

Table 8. Product acceptance evaluation results

Components	Mean	S.D.	Level of acceptance
Usability and design			
The product is aesthetically pleasing	3.86	0.94	Acceptable
The product size is appropriate for its usage	4.24	0.75	Acceptable
The product offers good value for its benefits	4.38	0.65	Acceptable
The product is durable and strong	4.02	0.80	Slightly acceptable
Average	4.13	0.79	Slightly acceptable
Value addition			
Add value to vermicompost products	4.45	0.73	Acceptable
Environmental benefits			
The product is biodegradable	4.81	0.50	Acceptable
It promotes the minimization of plastic pot consumption	4.76	0.48	Acceptable
It helps reduce the use of chemicals in seedling and ornamental plants	4.60	0.66	Acceptable
The product includes clear and informative labeling	4.05	1.07	Slightly acceptable
Average	4.55	0.68	Acceptable
Product attributes			
The product is structurally strong	4.26	0.73	Acceptable
The product has appealing colors	4.07	0.83	Slightly acceptable
The product has a pleasant surface texture	4.12	0.79	Slightly acceptable
The product has an attractive shape	4.19	0.82	Slightly acceptable
The product is the appropriate size	4.29	0.80	Acceptable
Average	4.19	0.79	Slightly acceptable

อภิปรายผล

จากการศึกษาการพัฒนากระถางปลูกพืชโดยใช้วัสดุปลูกที่มีส่วนประกอบหลักจากมูลไส้เดือนร่วมกับวัสดุอินทรีย์อื่น ๆ ได้แก่ แกลบ ขุยมะพร้าว แกลบ และดินปลูก พร้อมกับการใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นตัวประสาน พบว่ากระบวนการผลิตสามารถดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีคุณสมบัติที่ต้องการในด้านทั้งคุณสมบัติทางกายภาพและเคมี ในช่วงแรกของการทดลองได้ทำการขึ้นรูปชิ้นงานตัวอย่างด้วยเครื่องอัดกระถางโดยกำหนดสูตรอัตราส่วนของส่วนผสม (สูตร T3 ที่ประกอบด้วยมูลไส้เดือน แกลบ ขุยมะพร้าว และดินปลูก) เปรียบเทียบกับสูตรควบคุม (T ควบคุม ที่ใช้ดินปลูกและแป้งมันสำปะหลัง) ผลการทดสอบ

ทางเคมี เช่น ค่า pH ความชื้นและความนำไฟฟ้า (EC) แสดงให้เห็นว่าชิ้นงานจากสูตร T3 มีค่า pH ใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของพืชและมีความสมดุลในด้านธาตุอาหาร ในขณะเดียวกันผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพโดยวัดน้ำหนักก่อนและหลังการอบไล่ความชื้น (ที่อุณหภูมิ 70°C เป็นเวลา 8 ชั่วโมง) รวมถึงการทดสอบแรงอัด (yield point และ maximum load) ด้วยเครื่อง universal testing machine พบว่าชิ้นงานจากสูตร T3 มีความคงทนและรับแรงได้ดีกว่าชิ้นงานจากสูตรควบคุม โดย T ควบคุม วัสดุเป็นเนื้อเดียวกันเมื่อเกิดรอยร้าวจะทำให้ทั้งวัสดุเกิดรอยร้าวทั่วตัววัสดุ เมื่อเทียบกับ T3ที่เมื่อเกิดรอยร้าวแล้วเกิดขึ้นเพียงบางจุด

ทั้งนี้ในด้านคุณสมบัติทางเคมี สูตร T3 มีค่า pH อยู่ในช่วงเกณฑ์กลางถึงด่างเล็กน้อย (pH = 7.43) และค่า EC อยู่ที่ 227 ppm ซึ่งใกล้เคียงกับสูตรควบคุม (T4) ทั้งนี้สารย่อยเนื้ออินทรีย์จากมูลไส้เดือนมักช่วยปรับค่า pH ให้อยู่ในช่วงเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช (pH 6-8) และยังพบว่ามีค่าความชื้นคงตัว แสดงถึงสมดุลในการระบายน้ำและเก็บความชื้นในวัสดุปลูก) ด้านคุณสมบัติทางกายภาพ น้ำหนักก่อน–หลังการอบ ของกระถางสูตร T3 มีน้ำหนักลดอย่างมีนัยสำคัญ (จาก 213.57 ± 1.24 กรัม เป็น 131.07 ± 8.49 กรัม) แสดงถึงระดับการกักเก็บน้ำที่เหมาะสม และลดน้ำหนักส่วนเกิน เพิ่มความสะดวกในการใช้งาน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของวัสดุที่สูญเสียน้ำอย่างควบคุมในวัสดุปลูก (Katiyar *et al.*, 2023) นอกจากนี้การศึกษาของ Gupta *et al.* (2014) พบว่า การใช้มูลไส้เดือนผสมกับวัสดุอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ เช่น แกลบ ขุยมะพร้าว และปุ๋ยหมัก สามารถเพิ่มความสามารถในการกักเก็บน้ำและปรับปรุงโครงสร้างของวัสดุปลูก ทำให้พืชได้รับสารอาหารอย่างต่อเนื่องและมีอัตราการรอดตายสูงขึ้น แสดงให้เห็นว่าการประยุกต์ใช้วัสดุเหล่านี้สามารถเสริมประสิทธิภาพของกระถางมูลไส้เดือนที่ย่อยสลายได้ และสนับสนุนการผลิตเชิงเกษตรที่ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

ด้านการยอมรับผลิตภัณฑ์จากผู้บริโภคผลการสำรวจ พบว่าผลิตภัณฑ์สูตร T3 ได้รับการตอบรับเชิงบวกในระดับยอมรับได้ (acceptable) โดยเฉพาะด้านสิ่งแวดล้อม เช่น ความสามารถย่อยสลาย (mean = 4.81) และลดการใช้พลาสติก (mean = 4.76) สอดคล้องกับแนวโน้มผู้บริโภคที่ให้ความสำคัญกับผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (Khaldoon *et al.*, 2022) ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Surrage *et al.* (2010) ที่พบว่า กระถางและวัสดุปลูกจากเส้นใยและอินทรียวัตถุมีการย่อยสลายตามธรรมชาติในระยะเวลาเหมาะสม ช่วยปรับปรุงโครงสร้างดินและเพิ่มอินทรียวัตถุให้แก่ดินในระยะยาว ผลการวิจัยนี้จึงสะท้อนให้เห็นว่ากระถางจากมูลไส้เดือนสามารถตอบสนองต่อแนวคิดการผลิตวัสดุปลูกที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ทั้งในด้านการใช้งานและความสามารถในการย่อยสลายทางชีวภาพขณะที่ด้านการใช้งานและการออกแบบและด้านคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ เช่น พื้นผิว และสีสันได้รับคะแนนระดับ "ยอมรับได้เล็กน้อย (slightly acceptable)" ทั้งนี้แสดงถึงจุดที่สามารถต่อยอดพัฒนาในอนาคต ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ นอกจากนี้ Jaya *et al.* (2023) ได้รายงานว่า กระถางจากเส้นใยธรรมชาติ เช่น เส้นใยมะพร้าวและเส้นใยพืชอื่น ๆ มีความแข็งแรงเพียงพอต่อการใช้งานจริง และสามารถย่อยสลายได้หลังการใช้งาน ทำให้เป็นวัสดุที่เหมาะสมต่อการพัฒนาเป็นกระถางชีวภาพเชิงพาณิชย์ ดังนั้น การพัฒนากระถางมูลไส้เดือนในงานวิจัยนี้จึงแสดงถึงศักยภาพของการบูรณาการแนวคิดด้านความยั่งยืน การเพิ่มมูลค่าของวัสดุเหลือใช้ และการทดแทนวัสดุสังเคราะห์อย่างพลาสติกได้อย่างมีประสิทธิภาพ

นอกเหนือจากเรื่องคุณสมบัติของวัสดุและการยอมรับจากผู้บริโภคที่ได้กล่าวไปแล้ว งานวิจัยชิ้นนี้ยังชี้ให้เห็นว่า การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากทรัพยากรชีวภาพมีบทบาทสำคัญอย่างมากต่อการพัฒนาชุมชนอย่างยั่งยืน โดยเฉพาะการนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรในท้องถิ่น เช่น มูลไส้เดือน แกลบ และขุยมะพร้าว มาแปรรูปเป็นกระถางปลูกพืช วิธีนี้นอกจาก

จะช่วยลดปริมาณขยะได้อย่างเห็นผลแล้ว ยังเป็นการเปลี่ยนของเหลือทิ้งให้กลายเป็นมูลค่าเพิ่ม สร้างรายได้และโอกาสทางเศรษฐกิจให้ชุมชน ซึ่งถือเป็นการขับเคลื่อนเศรษฐกิจหมุนเวียนในระดับท้องถิ่นอย่างเป็นรูปธรรม และการศึกษาครั้งนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Chantanapelin *et al.* (2023) ที่ระบุว่าการพัฒนาผลิตภัณฑ์เกษตรอินทรีย์ช่วยเพิ่มขีดความสามารถทางการตลาดและทำให้เศรษฐกิจฐานรากแข็งแกร่งขึ้นได้ ยิ่งเมื่อชุมชนรู้จักนำทรัพยากรมาหมุนเวียนใช้ซ้ำอย่างเป็นระบบ ส่งผลให้ตอบโจทย์แนวคิดเศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular Economy) ที่มุ่งเน้นการใช้ทรัพยากรให้คุ้มค่าและลดของเสียในระบบการผลิตให้เหลือน้อยที่สุด (Geissdoerfer *et al.*, 2017)

ในมุมของผู้บริโภค ผลการศึกษาพบว่า ผู้คนให้ความสำคัญกับคุณค่าด้านสิ่งแวดล้อมในระดับสูงนั้น สะท้อนให้เห็นถึงแนวโน้มของตลาดปัจจุบันที่พร้อมสนับสนุนสินค้าอีโค่ (Eco-friendly) สอดคล้องกับแนวคิดของ Pretty (2003) ที่มุ่งเน้นการสร้างสมดุลระหว่างเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม อย่างไรก็ตาม งานวิจัยนี้ยังพบจุดที่ต้องพัฒนาต่อ คือ เรื่องการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคยังให้คะแนนในระดับปานกลาง ซึ่งหมายความว่าหากต้องการให้กระถางมูลไส้เดือนนี้แข่งขันในเชิงพาณิชย์ได้จริง จะต้องมีการปรับปรุงรูปลักษณ์และดีไซน์ให้ตอบโจทย์ความชอบของผู้ใช้งานมากยิ่งขึ้น

สรุป

ดังนั้นงานวิจัยครั้งนี้มุ่งพัฒนาและศึกษาความเป็นไปได้ของการผลิตกระถางวัสดุปลูกจากมูลไส้เดือนร่วมกับวัสดุอินทรีย์อื่น ได้แก่ แกลบ ขุยมะพร้าว ดิน และแป้งมันสำปะหลัง เพื่อส่งเสริมการใช้ทรัพยากรท้องถิ่นและลดการใช้วัสดุสังเคราะห์ที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยทำการทดสอบทางกายภาพ ทางเคมี และการใช้งานเบื้องต้น พบว่าสูตรวัสดุ T3 มีคุณสมบัติที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช มีความสามารถในการย่อยสลายทางชีวภาพ และรักษาความชื้นได้ดี รวมถึงได้รับการยอมรับในระดับที่น่าพึงพอใจจากกลุ่มผู้บริโภคในด้านความยั่งยืน การออกแบบ และประโยชน์ใช้สอย ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงศักยภาพของการพัฒนาผลิตภัณฑ์นวัตกรรมสีเขียวเพื่อสนับสนุนเศรษฐกิจหมุนเวียนและความยั่งยืนของชุมชน

ผลการวิจัยดังกล่าวสะท้อนให้เห็นถึงศักยภาพของการประยุกต์ใช้วัสดุอินทรีย์เพื่อพัฒนาเป็นวัสดุปลูกทางเลือก และชี้ให้เห็นความเป็นไปได้ในการนำไปต่อยอดในบริบทของชุมชน โดยอาจมีส่วนช่วยสนับสนุนการใช้ทรัพยากรอย่างเหมาะสม ลดปริมาณของเสีย และเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจในระดับพื้นที่ อย่างไรก็ตาม การนำไปใช้ในเชิงปฏิบัติยังควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในด้านความคุ้มค่า ความต่อเนื่องของกระบวนการผลิต และการยอมรับของผู้ใช้ในระยะยาว

เอกสารอ้างอิง

Abad, Q. and S. Shafiqi. 2024. Vermicompost: Significance and benefits for agriculture. Journal for Research in Applied Sciences and Biotechnology 3(2): 202-207.

Chantanapelin, S., A. Jaisaleaow and K. Anora, 2023. Marketing strategies for promoting organic community products: A case study of agricultural Product management learning center (farmer's market) in Chiang Rai province. Journal of Community Development and Life Quality 11(2): 123-134. (in Thai)

Edwards, C. A., N. Q. Arancon and R. L. Sherman. 2011. Vermiculture Technology: Earthworms, Organic Wastes, and Environmental Management. CRC Press, Boca Raton, FL.

Geissdoerfer, M., P. Savaget, N. M. P. Bocken and E. J. Hultink. 2017. The circular economy - A new sustainability paradigm?

Journal of Cleaner Production 143: 757-768.

Gupta, R., A. Yadav and V.K. Garg. 2014. Influence of vermicompost application in potting media on growth and flowering of marigold crop. International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture 3: 47, doi: 10.1007/s40093-014-0047-1.

Jaya, J.D., A. Nugroho, M. Elma and S. Sunardi. 2023. Review on biodegradable pot: A new promising approach for sustainable agriculture. AIP Conference Proceedings 2682(1): 030009 doi: 10.1063/5.0118270.

Katiyar, R. B., S. Sundaramurthy, A. K. Sharma, S. Arisutha, A. Pratap-Singh, S. Mishra, R. Ayub, B.H. Jeon and M. A. Khan. 2023. Vermicompost: An eco-friendly and cost-effective alternative for sustainable agriculture. Sustainability 15(20): 14701, doi: 10.3390/su152014701.

Khaldoon, S., J. Lalung, U. Maheer, M. A. Kamaruddin, M. F. Yhaya, E. S. Alsolami, H. S. Alorfi, M. A. Hussein and M. Rafatullah. 2022. A review on the role of earthworms in plastics degradation: Issues and challenges. Polymers 14(21): 4770, doi: 10.3390/polym14214770.

Pretty, J. 2003. Social capital and the collective management of resources. Science 302(5652): 1912-1914.

Surrage, V. A., C. Lafrenière, M. Dixon and Y. Zheng. 2010. Benefits of vermicompost as a constituent of Growing Substrates Used in the Production of Organic Greenhouse Tomatoes. HortScience 45(10): 1510-1515

United Nations. 2015. Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development. (Online). Available: https://wedocs.unep.org/xmlui/handle/20.500.11822/9824 (January 9, 2025).