

การผลิตกระถางต้นไม้ย่อยสลายจากปุ๋ยหมักกากชี้แบ่ง

Production of Degradable Flowerpots from Latex Sludge Compost

กัตตินาฏ สุกุลสวัสดิพันธุ์¹ ฌานิกา แซ่แง ชุกกลิ่น¹ ระริน เครือวรพันธุ์² อุไรวรรณ สุกยัง³ และ เตือนใจ ปิยัง^{4*}

Kattinat Sagulsawasdipan¹ Chanika Saenge Chooklin¹ Rarin Khuawaraphan² Uraiwan Sookyung³

and Tuanjai Piyang^{4*}

¹สาขาวิทยาศาสตร์ทางทะเลและสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย จังหวัดตรัง

²สาขาบริหารธุรกิจ วิทยาลัยการโรงแรมและการท่องเที่ยว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย จังหวัดตรัง

³สาขาเทคโนโลยียางและพอลิเมอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย จังหวัดนครศรีธรรมราช

⁴หน่วยจัดการงานวิจัยเพื่อพัฒนาเชิงพื้นที่ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย จังหวัดตรัง

¹Department of Marine and Environmental Sciences, Faculty of Science and Fisheries Technology,

Rajamangala University of Technology Srivijaya, Trang

²Department of Business Administration, College of Hospitality and Tourism,

Rajamangala University of Technology Srivijaya, Trang

³Department of Rubber and Polymer Technology, Faculty of Science and Technology,

Rajamangala University of Technology Srivijaya, Nakhon Si Thammarat

⁴Area-Based Collaborative Research, Research and Development Institute,

Rajamangala University of Technology Srivijaya, Trang

*E-mail: tuanjai.p@rmutsv.ac.th

Received: Jan 08, 2023

Revised: Apr 19, 2023

Accepted: May 01, 2023

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากระถางต้นไม้ย่อยสลายจากปุ๋ยหมักกากชี้แบ่ง โดยศึกษาส่วนผสมที่เหมาะสมในการผลิตกระถางต้นไม้ย่อยสลาย และประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของผลิตภัณฑ์ ปุ๋ยหมักกากชี้แบ่งที่ใช้ในการศึกษานี้ทำโดยหมักกากชี้แบ่งที่ได้จากโรงงานน้ำยางข้นกับมูลวัวเป็นเวลา 50 วัน ในการผลิตกระถางต้นไม้ย่อยสลายแบ่งการทดลองออกเป็น 4 ชุด การทดลองที่มีส่วนผสมของปุ๋ยหมักกากชี้แบ่ง : ดินล้าวน : ดินร่วน ที่แตกต่างกัน คือ 100:0:0, 75:20:5, 50:40:10 และ 25:60:15 โดยน้ำหนัก กาวแบ่งเปียกที่ใช้ประสานในการขึ้นรูปกระถางต้นไม้ใช้แบ่งมันสำปะหลังผสมกับน้ำเปล่าในอัตราส่วน 1:10 สมบัติของกระถางต้นไม้ย่อยสลายที่พิจารณา ได้แก่ ลักษณะทางกายภาพ การดูดซับน้ำ การพองตัว ความพูน และการเสื่อมสภาพ ผลการศึกษาพบว่ากระถางต้นไม้ย่อยสลายที่มีค่าการดูดซับน้ำ ค่าการพองตัว ค่าความพูน สูงที่สุด และมีการเสื่อมสภาพช้าที่สุด คือ กระถางที่มีอัตราส่วนของปุ๋ยหมักกากชี้แบ่ง : ดินล้าวน : ดินร่วน ที่เท่ากับ 25:60:15 ในการประเมินผลกระทบทางเศรษฐกิจ พบว่าผลตอบแทนจากการลงทุนในการผลิตกระถางต้นไม้ย่อยสลาย เท่ากับ 65.84 และมีกำไรสุทธิเฉลี่ย เท่ากับ 7.94 บาท/ใบ การศึกษานี้เสนอแนวทางที่นอกจากเป็นการเพิ่มมูลค่าของกากชี้แบ่งแล้ว ยังเป็นการช่วยลดปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อม และลดค่าใช้จ่ายในกำจัดของเสียด้วย

คำสำคัญ: กระถางต้นไม้ย่อยสลาย ปุ๋ยหมักกากชี้แบ่ง โรงงานน้ำยางข้น มูลวัว

Abstract

This research aimed to develop degradable flowerpots from latex sludge compost of concentrated latex factory mixed with cow manure by studying the suitable composition for the production of degradable flowerpot and assessing the economic value of the product. The latex sludge compost used in this study was made by fermenting latex sludge from a concentrated latex factory with cow manure for 50 days. In the production of degradable flowerpots, the experiments were divided into 4 sets with different ratios of latex sludge compost : potting lamduan soil : loamy soil including 100:0:0, 75:20:5, 50:40:10 and 25:60:15 by weight. The starch glue used for forming flowerpots was made from cassava starch mixed with water at the ratio of 1:10. The properties of degradable flowerpots to be evaluated were physical characteristics, water absorption, inflation, porosity and deterioration. The results showed that the degradable flowerpot having the highest water absorption value, inflation value, porosity value and the slowest deterioration was the one made from latex sludge compost : potting lamduan soil : loamy soil with the ratio of 25:60:15. In the assessment of economic impact, it was found that the return on investment of the production of degradable flowerpot was 65.84 with an average net profit of 7.94 baht/unit. This study proposed an approach not only to increase the value of latex sludge compost but also to reduce environmental pollution problems and to reduce waste disposal costs.

Keywords: Degradable flowerpot, Latex sludge compost, Concentrated latex factory, Cow manure

1. บทนำ

ประเทศไทยผลิตและส่งออกยางพาราเป็นอันดับ 1 ของโลก ส่วนใหญ่ส่งไปยังประเทศจีน และมาเลเซียในรูปยางแผ่นรมควัน ยางแท่ง และน้ำยางข้น ซึ่งมีการผลิตน้ำยางข้น 964,403 ตัน คิดเป็น 21.56 เปอร์เซ็นต์ และมีการใช้ในประเทศ 179,544 ตัน คิดเป็น 29.90 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับปริมาณการใช้ยางแปรรูปในประเทศ โดยมีกากของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตเฉลี่ยประมาณ 77 ตันต่อวัน [1] ซึ่งจัดว่ามีอยู่ในปริมาณมากพอสมควร โดยกากของเสียในอุตสาหกรรมน้ำยางข้น คือ กากขี้แป้ง (Latex sludge) เป็นของเสียที่เกิดจากกระบวนการเติมสารเคมีเช่น Diammonium hydrogen phosphate (DAP) เพื่อให้เกิดการตกตะกอนในอัตราส่วน Mg:DAP เท่ากับ 1:5.5 [2] ซึ่งมีลักษณะเป็นตะกอนสีขาวปนเหลืองอ่อนหรือสีน้ำตาลคล้ำที่บ่อพักน้ำยาง หรือตรงหม้อปั่นน้ำยางมีสิ่งเจือปนของสารอินทรีย์และอนินทรีย์ ได้แก่ อนุภาคยางที่จับตัวกับสารพวกแป้ง ผุ่น ไขมัน โปรตีน สารประกอบไนโตรเจน และไอออนของโลหะ เป็นต้น สิ่งเจือปนที่มีอยู่ในน้ำยางจะตกตะกอน แยกตัวออกมาเป็นกากขี้แป้ง ซึ่งจะอยู่ในส่วนของกันถังพักน้ำยางก่อนการปั่น หรืออยู่ในหม้อเครื่องปั่นระหว่างกระบวนการปั่นน้ำยางข้น ลักษณะทางกายภาพของกากขี้แป้ง ได้แก่ ผิวสัมผัส การจับตัว ความชื้นและของแข็ง

พบว่าเมื่อเปียกมีลักษณะเป็นครีมสีเหลือง เมื่อแห้งจับตัวกันเป็นก้อนแข็ง เมื่อนำมาบดจะเป็นผงสีขาว [3] องค์ประกอบของกากขี้แป้งมีค่าความชื้น 63.72 เปอร์เซ็นต์ ของแข็งระเหยได้ 51.11 มิลลิกรัมต่อลิตร ไนโตรเจน 1.91 มิลลิกรัมต่อลิตร ฟอสฟอรัส 19.50 มิลลิกรัมต่อลิตร โพแทสเซียม 1.79 มิลลิกรัมต่อลิตร แมกนีเซียม 6.69 มิลลิกรัมต่อลิตร และสังกะสี 0.71 มิลลิกรัมต่อลิตร [4]

จากการสำรวจภาคสนาม พบว่าในการจัดการกากขี้แป้งส่วนใหญ่ใช้ถมที่บริเวณที่ลุ่ม ถนนหนทาง หรือเผาทิ้ง ซึ่งเป็นการบริหารจัดการที่ไม่เหมาะสม และก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม อีกทั้งยังมีส่วนที่เหลือถูกกองทิ้งอยู่ในพื้นที่โรงงาน ก่อให้เกิดปัญหาด้านกลิ่น และเมื่อมีน้ำมาชะล้าง ก็จะทำให้มีสารเคมีรวมถึงแอมโมเนียปนเปื้อน ซึ่งเป็นมลพิษทางสิ่งแวดล้อม ในด้านการใช้ประโยชน์กากขี้แป้ง จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่ากากขี้แป้งมีไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นปุ๋ยในรูปแบบปุ๋ยน้ำ และปุ๋ยเม็ดได้ [3] หรืออาจนำไปปรับปรุงดินเพื่อผลิตเป็นวัสดุอื่นที่มีประโยชน์อีกหลากหลาย โดยได้มีการศึกษาเพื่อนำกากขี้แป้งไปพัฒนาเป็นส่วนผสมในงานเซรามิกส์ โดยเฉพาะวัสดุทนไฟ อิฐครุฑขี้แป้ง และแผ่นบุผนังเตาเผาอุณหภูมิสูง [5] แต่ในปัจจุบันก็ยังมีการใช้กากขี้แป้งอีกปริมาณมากที่ยังไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ตามศักยภาพ

จากการศึกษาพบว่า กากชีแบ่งมีองค์ประกอบของธาตุอาหารที่สำคัญของพืช คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม การนำกากชีแบ่งจากอุตสาหกรรมนํ้ายางข้นมาใช้ประโยชน์จึงเป็นไปได้ โดยการแปรสภาพกากชีแบ่งในการผลิตเป็นกระถางต้นไม้ เนื่องจากในปัจจุบันกระถางต้นไม้ที่นำมาใช้ปลูกต้นไม้ที่ผลิตจากวัสดุต่าง ๆ เช่น กระถางดินเผา กระถางเคลือบ และกระถางพลาสติก เป็นต้น สำหรับสมบัติและการนำไปใช้แล้วเกิดประโยชน์มีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกัน [6] เมื่อนำดินไม้ไปปลูกลงดินกระถางหรือถุงพลาสติกเพาะชำจะกลายเป็นขยะพลาสติก ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญต่อสิ่งแวดล้อมทั้งดิน น้ำ อากาศ รวมทั้งมีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต ซึ่งพลาสติกใช้เวลาการย่อยสลายยาวนาน ตั้งแต่ 58 - 1,200 ปี ขึ้นอยู่กับชนิดของพลาสติก [7] หากนำไปเผาเพื่อทำลายจะเกิดผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม [8] ทั้งนี้การใช้กระถางหรือถุงเพาะชำที่ผลิตจากพลาสติก ส่วนใหญ่ผลิตจากวัตถุดิบที่ไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ เช่น พอลิสไตรีน (Polystyrene) โพลีเอทิลีน (Polyethylene) และโพลิโพรพิลีน (Polypropylene) ซึ่งมีความทนทานไม่สามารถย่อยสลายได้ทางชีวภาพ [9], [10] นอกจากนี้การย้ายต้นกล้าที่เพาะปลูกในกระถางหรือถุงเพาะชำเพื่อลงปลูกในดิน ทำให้รากของต้นกล้าได้รับการกระทบกระเทือน ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ประกอบกับกระถางที่ผลิตจากพลาสติกไม่มีสารอาหาร สำหรับการเจริญเติบโตของพืช ทั้งนี้ยังก่อให้เกิดปัญหาขยะพลาสติกซึ่งเป็นขยะที่ย่อยสลายยาก จึงมีความจำเป็นที่จะต้องดำเนินการจัดการอย่างถูกต้อง เพื่อป้องกันการเกิดปัญหาล้างแฉะ [11]

จากเหตุผลข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการนำกากชีแบ่งจากโรงงานนํ้ายางข้นมาทำเป็นปุ๋ยหมักร่วมกับมูลวัว จากนั้นนำปุ๋ยหมักกากชีแบ่งที่ได้ไปใช้ผลิตเป็นกระถางต้นไม้ เพื่อทดแทนวัสดุหรือผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากพลาสติก โดยกระถางต้นไม้ที่ผลิตสามารถช่วยเพิ่มปริมาณธาตุอาหารให้กับดินจากการย่อยสลายไปตามธรรมชาติ และเป็นอีกทางหนึ่งในการสร้างมูลค่าเพิ่มและช่วยลดปริมาณของเสียที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

2. วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

2.1. การออกแบบอัตราส่วนผสมในการผลิตกระถางต้นไม้ย่อยสลาย

ปุ๋ยหมักกากชีแบ่งที่ใช้เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตกระถางต้นไม้ย่อยสลายได้มาจากการหมักกากชีแบ่งที่ได้มาจากโรงงานนํ้ายางข้นร่วมกับมูลวัว โดยผ่านกระบวนการหมักสมบูรณ์ระยะเวลา 50 วัน ที่อัตราส่วนผสม คือ กากชีแบ่ง : ยูเรีย :

มูลวัว : กากนํ้าตาล เท่ากับ 2:0.5:0.5:0.5:0.5 ซึ่งลักษณะทางกายภาพของปุ๋ยหมักกากชีแบ่งที่ได้มีสีน้ำตาลเข้มหรือสีดำ ลักษณะความอ่อนนุ่ม ไม่แข็ง กระด้าง และไม่เป็นก้อน มีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ในช่วง 29.80 - 38.06 องศาเซลเซียส ค่าความชื้นเฉลี่ยอยู่ในช่วง 78.92 - 81.82 เปอร์เซ็นต์ มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เฉลี่ยอยู่ในช่วง 8.34 - 8.48 มีค่าการนำไฟฟ้า (Electrical conductivity; EC) เฉลี่ยอยู่ในช่วง 6.13 ไมโครซีเมน (Microsemen) ต่อเซนติเมตร มีค่าอินทรีย์วัตถุ (Organic Matter) เฉลี่ยอยู่ในช่วง 38.51 - 42.71 เปอร์เซ็นต์ และมีธาตุอาหารหลักของปุ๋ยหมัก ซึ่งมีค่าธาตุไนโตรเจน 4,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ธาตุฟอสฟอรัส 950.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และธาตุโพแทสเซียม 395.43 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม [11] โดยนำปุ๋ยหมักกากชีแบ่งเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตกระถางต้นไม้ ซึ่งทำการทดลองเป็น 4 ชุดการทดลอง ที่อัตราส่วนผสมปุ๋ยหมักกากชีแบ่ง : ดินลําดวน : ดินร่วน เท่ากับ 100:0:0, 75:20:5, 50:40:10 และ 25:60:15 โดยนํ้าหนัก

งานวิจัยนี้เลือกใช้กากชีแบ่งเปียกเป็นวัสดุประสานในการขึ้นรูปผลิตกระถางต้นไม้ สำหรับขั้นตอนในการเตรียมวัสดุประสาน ใช้ นํ้า : แบ่งมันสำปะหลัง เท่ากับ 1 : 10 ซึ่งขั้นตอนการผลิตกากชีแบ่งเปียก มีดังนี้ ขั้นตอนแรกนำแบ่งมันสำปะหลังตราเทสโก้โลตัสปริมาณ 100 กรัม มาละลายนํ้า 1,000 มิลลิตร ขั้นตอนที่สองนำหม้อที่เตรียมไว้ตั้งไฟอ่อนนํ้ามาจนตั้งบนไฟอ่อนไปเรื่อย ๆ จนนํ้าเดือด จะได้กากชีแบ่งเปียกที่มีลักษณะเหนียว และใส หลังจากนั้นยกออกจากเตาแล้ววางไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้องก่อนที่จะนำไปเป็นส่วนผสมในการผลิตกระถางต้นไม้

2.2. ขั้นตอนการขึ้นรูปกระถางต้นไม้

การผลิตกระถางต้นไม้ย่อยสลายจากปุ๋ยหมักกากชีแบ่ง มีขั้นตอนการขึ้นรูปกระถางต้นไม้ ดังนี้

1. นำอัตราส่วนผสมที่ได้ออกแบบการผลิตกระถางต้นไม้ ตามชุดการทดลองทั้งหมดที่เตรียมไว้ลงภาชนะคลุกเคล้ากับวัสดุประสานให้เป็นเนื้อเดียวกัน ซึ่งมีการทดสอบความชื้นก่อนการขึ้นรูปกระถางต้นไม้ โดยการทดสอบกับตัวอย่างวัตถุดิบที่ผสมเสร็จเบื้องต้นโดยการใช้มือกำตัวอย่าง ถ้าปล่อยมือตัวอย่างยังคงจับตัวกันเป็นก้อนสามารถขึ้นรูปได้ แต่ถ้าหากปล่อยมือตัวอย่างมีการแตกหรือไม่จับตัวกันให้เพิ่มตัวประสานให้มีความชื้นเหมาะสมก่อนขึ้นรูป

2. นำส่วนผสมทุกอัตราส่วนที่ผสมเป็นเนื้อเดียวกันที่ส่วนผสมมีความชื้นประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ และนำ

ส่วนผสมที่เตรียมไว้นำไปอัดขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดไฮดรอลิกแรงอัดช่วง 1800 - 1900 กิโลพาสคาล เพื่ออัดขึ้นรูปกระถางต้นไม้ตามอัตราส่วนที่เตรียมไว้ซึ่งในการอัดจะปล่อยทิ้งไว้ 1 นาที รอให้กระถางต้นไม้มีความแน่นก่อนดันตัวกระถางต้นไม้ออกจากบล็อก

3. ดันกระถางต้นไม้ออกจากตัวบล็อกเครื่องอัดกระถางไฮดรอลิก นำกระถางต้นไม้ที่อัดได้นำไปตั้งไว้ในอุณหภูมิห้องเพื่อให้กระถางต้นไม้แห้ง

4. นำตัวอย่างกระถางต้นไม้ศึกษาสมบัติ

2.3. การศึกษาสมบัติของกระถางต้นไม้

2.3.1. การดูดซับน้ำของกระถางต้นไม้

กำหนดจำนวนตัวอย่าง 3 ซ้ำแต่ละชุดการทดลอง สำหรับการทดสอบสมบัติด้านการดูดซับน้ำ ตัดขึ้นทดสอบขนาด 5x5 ตารางเซนติเมตร แล้วนำไปชั่งมวลก่อนการแช่น้ำ จากนั้นวางขึ้นทดสอบในระนาบเดียวกับระดับผิวน้ำ โดยให้ขอบบนอยู่ใต้ผิวน้ำ วางขึ้นทดสอบแต่ละชิ้นห่างกันและห่างผนังของภาชนะพอสมควร เมื่อแช่ขึ้นทดสอบครบ 1 ชั่วโมงแล้วจึงนำขึ้นทดสอบขึ้นจากน้ำ โดยไม่มีการซับน้ำ ทำเช่นนี้ทุกชิ้นทดสอบ จากนั้นนำไปชั่งน้ำหนักแล้วนำมาหาเปอร์เซ็นต์การดูดซับน้ำของกระถางต้นไม้โดยใช้สูตรดังนี้

เปอร์เซ็นต์การดูดซับน้ำของกระถางต้นไม้

$$= \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างหลังแช่น้ำ} - \text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนแช่น้ำ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนแช่น้ำ}} \times 100$$

2.3.2. การทดสอบการพองตัวของกระถางต้นไม้

การทดสอบตามความหนา (มอก. 876-2547) กำหนดจำนวนตัวอย่าง 3 ซ้ำแต่ละชุดการทดลอง โดยนำไปทดสอบสมบัติด้านการพองตัว ตัดขึ้นทดสอบขนาด 5x5 ตารางเซนติเมตร จากนั้นทำเครื่องหมายตำแหน่งที่วัดความหนา และวัดความหนาของขึ้นทดสอบเป็นความหนาก่อนแช่น้ำ และแช่ขึ้นทดสอบในน้ำสะอาดที่อุณหภูมิ 20 ± 2 องศาเซลเซียส เมื่อแช่ขึ้นทดสอบครบ 1 ชั่วโมง ให้นำขึ้นทดสอบขึ้นมาซับน้ำที่ผิวออกให้หมดด้วยผ้าแห้ง แล้วปล่อยไว้ที่อุณหภูมิห้อง โดยวางให้ขอบด้านใดด้านหนึ่งอยู่บนแผ่นวัสดุที่ไม่ดูดซึมน้ำปล่อยขึ้นทดสอบไว้อีก 1 ชั่วโมง นำขึ้นตัวอย่างมาวัดความหนาตามตำแหน่งเดิมเป็นความหนาหลังแช่น้ำ เพื่อหาเปอร์เซ็นต์การพองตัวของกระถาง

ต้นไม้ โดยใช้สูตรดังนี้

เปอร์เซ็นต์การพองตัวของกระถางต้นไม้

$$= \frac{\text{ความหนาตัวอย่างหลังแช่น้ำ} - \text{ความหนาตัวอย่างก่อนแช่น้ำ}}{\text{ความหนาตัวอย่างก่อนแช่น้ำ}} \times 100$$

2.3.3. การวัดความพรุนของกระถางต้นไม้

การวัดความพรุนได้ทำการทดลองเพื่อหาความพรุนของกระถางต้นไม้ ดังนี้

1. การหาความหนาแน่นรวม โดยนำกระถางต้นไม้ที่ตากแห้งแล้วนำมาตัดเป็นชิ้นขนาด 5x5 ตารางเซนติเมตร บันทึกน้ำหนักชิ้นส่วนที่ได้วัดขนาดชิ้นส่วนเพื่อนำมาคำนวณหาปริมาตรของชิ้นส่วนกระถาง และคำนวณหาความหนาแน่นรวมของชิ้นส่วนกระถางต้นไม้ โดยใช้สูตรดังนี้

$$\text{ความหนาแน่นรวม } (\rho_b) = \frac{\text{น้ำหนักชิ้นส่วนกระถาง (กรัม)}}{\text{ปริมาตรชิ้นส่วนกระถาง (ลูกบาศก์เซนติเมตร)}}$$

2. การหาความหนาแน่นของวัสดุ (ρ) โดยชั่งขวดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร ที่แห้งและสะอาดบันทึกผล (m_1) นำขึ้นตัวอย่างของกระถางต้นไม้มาบดให้ละเอียดแล้วบรรจุลงในขวดปริมาตร ชั่งน้ำหนักปริมาตรอีกครั้งบันทึกผล (m_2) เติมน้ำกลั่น 60 มิลลิลิตร ลงในขวดปริมาตร เขย่าให้เข้ากัน นำขวดปริมาตรไปอุ่นในอ่างควบคุมอุณหภูมิพร้อมกับที่ใส่ที่จับหลอดทดลองจับที่คอขวดปริมาตร เพื่อขยายในขณะที่ยืดหยุ่น และให้อุ่นต่อไปอีก 2-3 วินาที หลังจากนั้นนำขวดปริมาตรไปตั้งไว้ที่อ่างน้ำ คว่ำบีกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร ลงที่ปากขวดปริมาตรแล้วปล่อยน้ำเย็นให้ไหลเบา ๆ ลงที่ก้นบีกเกอร์จนกระทั่งขวดปริมาตรเย็นลง เติมน้ำลงในขวดปริมาตรจนถึงขีดบอกความจุใช้ผ้าเช็ดขวดปริมาตรให้แห้ง แล้วนำไปชั่งอีกครั้ง บันทึกผล (m_3) [12]

หาน้ำหนักของวัสดุ (m_s) จากสูตร ดังนี้

$$m_s = m_2 - m_3$$

หาปริมาตรของวัสดุ (V_s) จากสูตร ดังนี้

$$V_w = (m_2 - m_3) / (\rho_{\text{น้ำที่ทำการทดลอง}})$$

$$V_s = V_F - V_w$$

โดยที่ V_s = ปริมาตรของวัสดุ (ลูกบาศก์เซนติเมตร)

V_F = ความจุของขวดปริมาตร (ลูกบาศก์เซนติเมตร)

V_w = ปริมาตรน้ำที่ถูกแทนที่ด้วยวัสดุ (ลูกบาศก์เซนติเมตร)

จากนั้นสามารถคำนวณค่าความหนาแน่นของวัสดุได้ จากสูตรดังนี้

$$\rho_s = (m_s) / (V_s)$$

เมื่อ ρ_s = ความหนาแน่นของวัสดุ (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)

m_s = มวลของวัสดุ (กรัม)

V_s = ปริมาตรของวัสดุ (ลูกบาศก์เซนติเมตร)

3) การคำนวณหาความพรุน จากสูตร ดังนี้

$$\varepsilon = [1 - (\rho_b / \rho_s) \times 100]$$

เมื่อ ε = ค่าความพรุน

ρ_s = ความหนาแน่นของวัสดุ (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)

ρ_b = ความหนาแน่นรวมของกระถางต้นไม้ (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)

2.3.4. การทดสอบการเปลี่ยนแปลงการเสื่อมสภาพของกระถางต้นไม้

การทดลองกับกระถางต้นไม้โดยสังเกตลักษณะการเปลี่ยนแปลงของการเสื่อมสภาพกระถางต้นไม้ เช่น ลักษณะทางกายภาพ การแตก การย่อย ของกระถางต้นไม้ โดยทำการทดลองปลูกต้นดาวเรืองที่มีอายุ 15 วัน ซึ่งทำการรดน้ำวันละ 1 ครั้ง ปริมาณ 500 มิลลิลิตรต่อหนึ่งชุดการทดลองในช่วงเช้าเป็นระยะเวลา 28 วัน เพื่อศึกษาการเสื่อมสภาพทางกายภาพของกระถางต้นไม้

2.4. การศึกษาต้นทุนและความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

การวิเคราะห์ข้อมูลผลตอบแทนจากการลงทุน (Return on Investment; ROI) ก่อนและหลังการลงทุน คำนวณดังนี้

1. ต้นทุนคงที่ เป็นมูลค่าเป็นเงินสดและมูลค่าไม่เป็นเงินสด ได้แก่ ค่าเสื่อมราคาเครื่องมือและอุปกรณ์ ค่าเสียโอกาสที่ดิน ค่าเสียโอกาสเงินลงทุน

2. ต้นทุนผันแปร เป็นมูลค่าเป็นเงินสดและมูลค่าไม่เป็นเงินสด ได้แก่ วัตถุดิบ อุปกรณ์ ค่าขนส่ง ค่าจ้างแรงงาน ค่าเสียโอกาสสำหรับเงินลงทุน

3. ต้นทุนรวมทั้งหมด = ต้นทุนคงที่รวม + ต้นทุนผันแปรรวม

4. รายได้รวม

5. ต้นทุนเงินสดรวม = ต้นทุนคงที่เงินสด + ต้นทุนผันแปรเงินสด

6. กำไรสุทธิ = รายได้รวม - ต้นทุนรวมทั้งหมด

7. กำไรเหนือต้นทุนเงินสด = รายได้รวม - ต้นทุนเงินสดรวม

8. คำนวณผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) จากการ

$$\frac{\text{กำไรสุทธิ}}{\text{ต้นทุนรวมทั้งหมด}} \times 100$$

2.5. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลโดยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS ในการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของข้อมูลที่ได้จากการศึกษา โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เพื่อทดสอบสมบัติของแต่ละผลิตภัณฑ์ว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 หรือไม่ ถ้าแตกต่างกันจะทำการเปรียบเทียบความแตกต่างโดยวิธี Duncan's new Multiple Range Test (DMRT) ของตัวแปร

3. ผลการวิจัย

3.1. สมบัติของปุ๋ยหมักกากชี้แบ่ง

3.1.1. ลักษณะทางกายภาพ

ปุ๋ยหมักมีสีเข้มขึ้นแตกต่างจากกองปุ๋ยใหม่ โดยมีลักษณะทางกายภาพเป็นสีน้ำตาลเข้มหรือสีดำ ลักษณะความอ่อนนุ่ม ไม่แข็งกระด้าง และไม่เป็นก้อนเมื่อหมักจนสมบูรณ์ (Figure 1)

สมบัติของปุ๋ยหมักกากชี้แบ่งที่ผ่านกระบวนการหมักสมบูรณ์ 50 วัน มีค่าธาตุไนโตรเจนเท่ากับ $4,000 \pm 5.27$ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ธาตุฟอสฟอรัสเท่ากับ 950.00 ± 7.21 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และธาตุโพแทสเซียมเท่ากับ 395.43 ± 4.27 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยมีค่าความชื้น 81.65 ± 1.67 ความเป็นกรด-ด่าง 8.48 ± 0.41 ค่าการนำไฟฟ้า 5.85 ± 1.06 ไมโครซีเมนต่อเซนติเมตร และค่าอินทรีย์วัตถุเท่ากับ 42.71 ± 6.62 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักน้ำแห้ง (Table 1)

Table 1 Composition of latex sludge compost

Parameter	Value
Nitrogen (mg/kg)	4,000±5.27
Phosphorus (mg/kg)	950.00±4.21
Potassium (mg/kg)	395.43±3.27
Moisture (%)	81.65±1.67
pH	8.48±0.41
Conductivity (µS/cm)	5.85±1.06
Organic matter (%)	42.71±6.62



Figure 1 Physical appearance of latex sludge compost

3.1.2. สมบัติดินลำตวน และดินร่วน

จากการศึกษาสมบัติของดินลำตวน และดินร่วน ซึ่งเป็นวัตถุดิบก่อนการขึ้นรูปกระถางต้นไม้ โดยดินลำตวน ซึ่งดินชนิดนี้ผสมขึ้นสำหรับปลูกไม้กระถาง มีสมบัติครบถ้วนเป็นดินดี คือ มีความร่วนซุย รักษาความชุ่มชื้นได้สม่ำเสมอ น้ำและอากาศถ่ายเทได้สะดวก คงสภาพอยู่ได้นาน ไม่เป็นกรดหรือเป็นด่างจนเกินไปและมีน้ำหนักเบา ส่วนดินร่วน พบว่ามีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) 6.63 ± 0.06 ค่าการนำไฟฟ้า 1.60 ± 0.44 ไมโครซีเมนต่อเซนติเมตร และค่าความชื้น 1.00 ± 0.00 เปอร์เซ็นต์ สำหรับดินร่วน พบว่ามีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) 8.07 ± 0.47 ค่าการนำไฟฟ้า 0.33 ± 0.06 ไมโครซีเมนต่อเซนติเมตร และค่าความชื้น 1.00 ± 0.00 เปอร์เซ็นต์ (Table 2)

3.2. ผลการศึกษาสมบัติของกระถางต้นไม้

3.2.1. ลักษณะทางกายภาพของกระถางต้นไม้

ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพของกระถางต้นไม้ทั้ง 4 ชุดการทดลอง ที่มีอัตราส่วนผสมแตกต่างกันระหว่างปุ๋ยหมักกากขี้เถ้า : ดินลำตวน : ดินร่วน ที่อัตราส่วนผสมเท่ากับ 100:0:0, 75:20:5, 50:40:10 และ 25:60:15 โดยน้ำหนัก ซึ่งใช้วัสดุประสาน คือ กาวแปงเปียก ผลการศึกษาพบว่า ลักษณะรูปร่างของกระถางต้นไม้ สามารถขึ้นรูปได้เต็มใบทุกชุดการทดลอง มีขนาดของกระถางใกล้เคียงกันทุกชุดการทดลอง โดยมีเส้นผ่าศูนย์กลางของปากกระถาง 10 เซนติเมตร ก้นกระถาง 6 เซนติเมตร และความสูง 8 เซนติเมตร

สำหรับน้ำหนักของกระถางต้นไม้มีความแตกต่างกันในแต่ละชุดการทดลอง โดยชุดการทดลองที่ 1 มีน้ำหนักมากที่สุด และสามารถขึ้นรูปได้ดีที่สุด รองลงมา คือ ชุดการทดลองที่ 2, 3 และ 4 ตามลำดับ โดยมีน้ำหนักเท่ากับ 187.35 ± 3.59 , 159.84 ± 3.53 , 135.04 ± 2.76 และ 119.42 ± 2.26 กรัมของน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ (Table 3)

3.2.2. ค่าการดูดซับน้ำของกระถางต้นไม้

การดูดซับน้ำของกระถางต้นไม้เป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมง พบว่าชุดการทดลองทั้ง 4 ชุดการทดลอง ที่มีอัตราส่วนผสมหมักกากขี้เถ้า : ดินลำตวน : ดินร่วน เท่ากับ 100:0:0, 75:20:5, 50:40:10 และ 25:60:15 พบว่าชุดการทดลองที่ 4 มีค่าการดูดซับน้ำมากที่สุด เท่ากับ 72.22 ± 19.24 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ชุดการทดลองที่ 3, 2 และ 1 ตามลำดับ เท่ากับ 60.17 ± 3.09 , 48.89 ± 18.36 และ 43.33 ± 12.81 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยชุดการทดลองที่ 1 และ 2 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แต่แตกต่างกันกับชุดการทดลองที่ 3 และ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (Table 4)

3.2.3. การพองตัวของกระถางต้นไม้

การพองตัวของกระถางต้นไม้เป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมง พบว่าชุดการทดลองทั้ง 4 ชุดการทดลอง ที่มีอัตราส่วนผสมหมักกากขี้เถ้า : ดินลำตวน : ดินร่วน เท่ากับ 100:0:0, 75:20:5, 50:40:10 และ 25:60:15 โดยชุดการทดลองที่ 4 มีค่าการพองตัวมากที่สุด เท่ากับ 65.26 ± 6.96 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ชุดการทดลองที่ 3, 2 และ 1 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 64.44 ± 3.85 , 56.67 ± 5.77 และ 51.67 ± 20.21 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยชุดการทดลองที่ 3 และ 4 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แต่แตกต่างกันกับชุดการทดลองที่ 1 และ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (Table 5)

Table 2 Properties of potting lamduan soil and loamy soil

Raw material	Parameter		
	pH	Conductivity ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Moisture (%)
Potting lamduan soil	6.63 ± 0.06	1.60 ± 0.44	1.00 ± 0.00
Loamy soil	8.07 ± 0.47	0.33 ± 0.06	1.00 ± 0.00

Table 3 Physical characteristics of degradable flowerpots

Treatment	Average weight (g/dry weight)	Physical characteristics	
1	187.35±3.59	- Able to form well - Strong, smooth surface - Light brown color - Similar in size	
2	159.84±3.53	- Able to form well - Strong, smooth surface - Dark brown color - Similar in size	
3	135.04±2.76	- Able to form well - Rough surface with broken rim - Dark brown color - Similar in size	
4	119.42±2.26	- Able to form well - Rough surface with a few cracks at the edge of the pot - Dark brown color - Similar in size	

Table 4 Water absorption of degradable flowerpots

Treatment	Latex sludge compost : Potting lamduan soil : Loamy soil ratio	Water absorption (%)
1	100:0:0	43.33±12.81 ^a
2	75:20:5	48.89±18.36 ^a
3	50:40:10	60.17±3.09 ^b
4	25:60:15	72.22±19.24 ^c

Table 5 Inflation of degradable flowerpots

Treatment	Latex sludge compost : Potting lamduan soil : Loamy soil ratio	Inflation (%)
1	100:0:0	51.67±20.21 ^b
2	75:20:5	56.67±5.77 ^a
3	50:40:10	64.44±3.85 ^c
4	25:60:15	65.26±6.96 ^c

3.2.4. ค่าความพรุนของกระถางต้นไม้

ค่าความพรุนของกระถางต้นไม้ พบว่าชุดการทดลองทั้ง 4 ชุดการทดลอง ที่มีอัตราส่วนผสมปุ๋ยหมักกากชีปะ๋ง : ดินลำดวน : ดินร่วน เท่ากับ 100:0:0, 75:20:5, 50:40:10 และ 25:60:15 โดยชุดการทดลองที่ 4 มีค่าความพรุนมากที่สุด เท่ากับ 25.67 ± 1.15 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ชุดการทดลองที่ 3, 2 และ 1 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 22.00 ± 1.73 , 20.33 ± 0.51 และ 16.33 ± 4.24 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยชุดการทดลองที่ 2 และ 3 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แต่แตกต่างกันกับชุดการทดลองที่ 1 และ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (Table 6)

3.2.5. การเปลี่ยนแปลงการเสื่อมสภาพของกระถางต้นไม้

การทดสอบการเปลี่ยนแปลงการเสื่อมสภาพของกระถางต้นไม้ พบว่าชุดการทดลองทั้ง 4 ชุดการทดลอง ที่มีอัตราส่วนผสมปุ๋ยหมักกากชีปะ๋ง : ดินลำดวน : ดินร่วน เท่ากับ 100:0:0, 75:20:5, 50:40:10 และ 25:60:15 พบว่าการเสื่อมสภาพของกระถางต้นไม้จากการเก็บข้อมูลเป็นระยะเวลา 0 - 28 วัน กระถางต้นไม้ทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มการเสื่อมสภาพตามระยะเวลา พบว่าค่าการเปลี่ยนแปลงการเสื่อมสภาพกระถางต้นไม้ เมื่อพิจารณาลักษณะการเสื่อมสภาพของกระถางต้นไม้ พบว่าวันแรกกระถางต้นไม้ไม่มีการเปลี่ยนแปลงสภาพใด ๆ ทุกชุดการทดลอง เมื่อเวลาผ่านไป 7 วัน ชุดการทดลองที่ 1 มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง มีการแตกตัวของกระถาง ส่งผลให้เมื่อมีการรดน้ำจะทำให้มีการพังตัวของกระถางต้นไม้ เมื่อผ่านไป 14

วัน พบการเสื่อมสภาพของกระถางต้นไม้ในชุดการทดลองที่ 2 พบว่ากระถางต้นไม้เริ่มมีรอยร้าวเกิดขึ้นแต่ยังคงสภาพ การทดลองที่ 3 และ 4 ไม่มีการแตกสลายตัวของกระถางต้นไม้ เมื่อผ่านไป 21 วัน พบการเสื่อมสภาพของกระถางต้นไม้ในชุดการทดลองที่ 3 และ 4 กระถางเริ่มมีรอยร้าวแต่ยังคงสภาพ กระถาง และเมื่อผ่านไป 28 วัน พบว่าชุดการทดลองที่ 1 และ 2 กระถางต้นไม้มีการเสื่อมสภาพ มีการพังตัว และแตกเป็นชิ้น จากการทดลอง ชุดการทดลองที่ 1 มีการเสื่อมสภาพของกระถางต้นไม้เร็วที่สุด ซึ่งมีค่าการดูดซับ ค่าการพังตัว และค่าความพรุนน้อย จึงทำให้กระถางมีความเสื่อมสภาพได้เร็วกว่าชุดการทดลองอื่น (Table 7)

3.2.6. การประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

ต้นทุน และผลตอบแทนจากการผลิตกระถางต้นไม้จากปุ๋ยหมักกากชีปะ๋ง พบว่าจากการผลิตกระถางต้นไม้มีกำไรสุทธิเฉลี่ย เท่ากับ 7.94 บาทต่อใบ และกำไรเหนือต้นทุนเงินสด เท่ากับ 16.39 บาทต่อใบ โดยมีอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (Return on investment; ROI) เท่ากับ 65.84 ต้นทุนรวมในการผลิตกระถางต้นไม้ เท่ากับ 3.61 บาทต่อใบ ต้นทุนคงที่ไม่เป็นเงินสด เท่ากับ 0.95 บาทต่อใบ โดยพบว่าเป็นค่าเสื่อมราคาเครื่องมือและอุปกรณ์มากที่สุด คิดเป็น 97.90 เปอร์เซ็นต์ ด้านต้นทุนผันแปรรวม เท่ากับ 11.11 บาทต่อใบ ซึ่งพบว่าต้นทุนผันแปรที่สำคัญ ประกอบด้วย ค่าเสียโอกาสแรงงานครัวเรือน คิดเป็น 67.51 เปอร์เซ็นต์ ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ 11.70 เปอร์เซ็นต์ ค่าแก๊สเชื้อเพลิง คิดเป็น 9.00 เปอร์เซ็นต์ และค่าแบ่งปันสำหรับหลัง คิดเป็น 7.92 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 8)

Table 6 Porosity of degradable flowerpots

Treatment	Latex sludge compost :	
	Potting lamduan soil :	Porosity (%)
	Loamy soil ratio	
1	100:0:0	16.33 ± 4.24^a
2	75:20:5	20.33 ± 0.51^b
3	50:40:10	22.00 ± 1.73^b
4	25:60:15	25.67 ± 1.15^c

Table 7 Deterioration of degradable flowerpots

Treatment	Physical appearance				
	Day 0	Day 7	Day 14	Day 21	Day 28
1					
2					
3					
4					

Table 8 Cost and benefit analysis of degradable flowerpot production

Item	Value in cash (Baht)	Non-cash value (Baht)	Percentage
1. Fixed cost			
1.1. Depreciation of tools and equipment		0.93	97.90
1.2. Opportunity cost for land use		0.01	1.05
1.3. Opportunity cost		0.01	1.05
Total fixed costs		0.95	100.0
2. Variable Costs			
2.1. Tapioca starch (per unit)	0.88		7.92
2.2. Cost of materials (pot, basin, spatula)	1.18		0.13
2.3. Fuel gas cost (per unit)	1.00		9.00
2.4. Cost of oil (per unit)	0.05		0.00
2.5. Electricity charge for filling flowerpots (per unit)	0.50		0.02
2.6. Other expenses	1.30		11.70
2.7. Household opportunity cost		7.50	67.51
Total variable cost	11.11	8.45	100.00
Total cost	12.06		
Total cash cost	3.61		
Total revenue (per unit)	20.00		
Net profit	7.94		
Profit above cash costs	16.39		
Return on Investment (ROI)	65.84		

4. อภิปรายผลการวิจัย

การผลิตกระถางต้นไม้ย่อยสลายจากปุ๋ยหมักกากชี้แป้งพบว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สามารถขึ้นรูปได้ดี คือ ปุ๋ยหมัก : ดินลำนวน : ดินร่วน ที่อัตราส่วนผสมเท่ากับ 100:0:0 สำหรับอัตราส่วนอื่น ๆ ที่อัตราส่วนผสมเท่ากับ 75:20:5, 50:40:10 และ 25:60:15 โดยสมบัติของปุ๋ยหมักกากชี้แป้งมีสมบัติที่ไม่เป็นพิษกับพืช สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการทำเป็นวัสดุบำรุงดินในการปลูกพืชได้ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาวิจัยของ Kowutthikulrangsee et al. [3] ที่พบว่ากากชี้แป้งมีไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นปุ๋ยในรูปแบบปุ๋ยน้ำและปุ๋ยเม็ดได้ โดยชุดการทดลองที่มีส่วนผสมของดินลำนวนที่มีส่วนผสมกากมะพร้าวสับมากหรือขุยมะพร้าวจะไม่เหมาะต่อการขึ้นรูป เนื่องจากขุยมะพร้าวมีโครงสร้างเป็นเส้นใย [13] ช่วยในการยึดเกาะให้สามารถขึ้นรูป

กระถางต้นไม้ แต่เมื่ออัตราส่วนผสมดินลำนวนเพิ่มขึ้นทำให้การขึ้นรูปได้ยาก หลังการขึ้นรูปกระถางต้นไม้แล้ว วิเคราะห์สมบัติของกระถางต้นไม้ทั้ง 4 ชุดการทดลอง โดยสมบัติที่วิเคราะห์ ได้แก่ การดูดซับน้ำของกระถางต้นไม้ การพองตัวของกระถางต้นไม้ ความพรุนของกระถางต้นไม้ และการเปลี่ยนแปลงการเสื่อมสภาพของกระถางต้นไม้ รวมทั้งประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

ผลการวิจัยพบว่า ค่าการดูดซับน้ำของกระถางต้นไม้ทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มการดูดซับน้ำเพิ่มมากขึ้นตามปริมาณอัตราส่วนผสมของดินลำนวน เนื่องจากดินลำนวนมีส่วนผสมของขุยมะพร้าว และเส้นใยมะพร้าว ซึ่งสามารถช่วยในการดูดซับน้ำได้ดี ทำให้กระถางต้นไม้มีค่าการดูดซับน้ำสูงขึ้นตามอัตราส่วนผสมของดินลำนวน สอดคล้องกับการศึกษาของ Danso and Manu [13] ที่พบว่าเมื่อมีการ

ผสมเส้นใยเพิ่มขึ้น ทำให้ค่าการดูดซับน้ำเพิ่มขึ้นตามอัตราส่วนผสมของเส้นใย ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Piyang, et al. [14] โดยค่าการดูดซับน้ำของกระถางต้นไม้จากกากตะกอนน้ำมันปาล์ม และก้อนเชื้อเห็ดเห็ดหลินทั้งจากการเพาะเห็ดมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นตามปริมาณอัตราส่วนผสมของก้อนเชื้อเห็ดเห็ดจากกากจากการเพาะเห็ด ซึ่งมีแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ค่าการพองตัวของกระถางต้นไม้ และค่าความพรุนของกระถางต้นไม้ ทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มการพองตัวเพิ่มมากขึ้น และความพรุนของกระถางต้นไม้เพิ่มมากขึ้น ตามปริมาณอัตราส่วนผสมของดินลำตวน เนื่องจากดินลำตวนมีส่วนผสมของขุยมะพร้าว และเส้นใยที่มากขึ้น ทำให้ปริมาณของหมู่ -OH ซึ่งเป็นหมู่ที่ชอบน้ำสูงขึ้น การดูดซับน้ำจึงเพิ่มขึ้น [15] เมื่อนำไปผสมกับกาวแบ่งเปือกจึงผสมกันยาก มีลักษณะไม่เป็นเนื้อเดียวกัน ทำให้เมื่อนำไปขึ้นรูปกระถางต้นไม้ ทำให้เกิดช่องว่าง เมื่อนำไปอัดขึ้นรูปไม่แน่น ส่งผลทำให้มีค่าการพองตัว และค่าความพรุนของกระถางต้นไม้เพิ่มขึ้นตามอัตราส่วนผสมของดินลำตวนที่มีส่วนผสมของขุยมะพร้าว ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Jitpiromsri [12] ที่พบว่าค่าการพองตัว และค่าความพรุนของกระถางต้นไม้มากขึ้น เมื่อมีการผสมเส้นใยเพิ่มขึ้น ทำให้ค่าการพองตัว และค่าความพรุนของกระถางต้นไม้เพิ่มขึ้นตามอัตราส่วนผสมของเส้นใย

อย่างไรก็ตามผลการดูดซับน้ำของกระถางต้นไม้แปรผันตามปริมาณของอัตราส่วนผสมของดินลำตวน ที่มีส่วนผสมของขุยมะพร้าว และเส้นใยมะพร้าว ส่งผลให้กระถางต้นไม้มีความพรุนช่วยให้อากาศ และของเหลวซึมผ่านได้ง่าย เมื่อน้ำซึมเข้าสู่กระถางต้นไม้ สังเกตได้อย่างชัดเจนว่ากระถางต้นไม้ที่มีอัตราส่วนผสมของดินลำตวนมากสามารถดูดซับน้ำได้มาก ทำให้มีการพองตัวมากขึ้น เป็นผลจากน้ำแทรกเข้าไปในเนื้อวัสดุได้มากทำให้เกิดการดันตัวของชิ้นส่วนวัสดุออกมา ทำให้เกิดการพองตัวได้มาก [14] เมื่อน้ำแทรกซึมเข้าไปในเนื้อวัสดุได้ จะทำให้เกิดการเสื่อมสภาพของกระถางต้นไม้ โดยได้ทดสอบการเสื่อมสภาพของกระถางต้นไม้ โดยการรดน้ำวันละ 1 ครั้ง ปริมาณ 500 มิลลิลิตรต่อหนึ่งชุดการทดลอง เป็นระยะเวลา 28 วัน ทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มการเสื่อมสภาพตามระยะเวลา พิจารณาลักษณะการเสื่อมสภาพของกระถางต้นไม้ที่มีการแตกเป็นชิ้น แต่อย่างไรก็ตามชุดการทดลองที่ 1 ที่มีอัตราส่วนผสมเท่ากับ 100:0:0 มีการเสื่อมสภาพเร็วที่สุด เนื่องจากกระถางต้นไม้มีอัตราส่วนผสมปุ๋ยหมักกากขี้แบ่งเพียงอย่างเดียว ส่งผลให้กระถางต้นไม้เสียรูปทรงได้ง่าย

การประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ โดยประเมินต้นทุนการผลิตต่อหน่วย พบว่ากระถางต้นไม้มีต้นทุนการผลิตเท่ากับ 3.61 บาท ซึ่งต้นทุนต่อหน่วยต่ำกว่ากระถางเพาะชำพลาสติก ขนาดเดียวกันซึ่งมีราคาประมาณ 5 - 6 บาท [16] อย่างไรก็ตามต้นทุนการผลิตกระถางต้นไม้ไม่สามารถลดลงได้ด้วยวิธีต่าง ๆ เช่น การเลือกใช้วัสดุหรืออุปกรณ์ที่มีราคาถูกลง

5. บทสรุป

การผลิตกระถางต้นไม้อยู่ยลสลายจากปุ๋ยหมักกากขี้แบ่ง โดยศึกษาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมในการขึ้นรูปกระถางต้นไม้ที่มีอัตราส่วนผสมแตกต่างกัน โดยทำการศึกษา 4 ชุดการทดลองที่มีอัตราส่วนผสมปุ๋ยหมักกากขี้แบ่ง : ดินลำตวน : ดินร่วน เท่ากับ 100:0:0, 75:20:5, 50:40:10 และ 25:60:15 โดยใช้กาวแบ่งเปือกเป็นวัสดุประสานในการขึ้นรูปผลิตกระถางต้นไม้ โดยกาวแบ่งเปือกมีอัตราส่วนผสมแบ่งมันสำปะหลัง : น้ำเปล่า เท่ากับ 1 : 10 เป็นอัตราส่วนผสมของกาวแบ่งเปือกที่มีความเหมาะสมมากที่สุด โดยผลการศึกษาสมบัติของกระถางต้นไม้พบว่าสามารถขึ้นรูปได้เต็มใบทุกชุดการทดลอง มีขนาดของกระถางใกล้เคียงกัน มีค่าการดูดซับน้ำของกระถางต้นไม้ค่าการพองตัวของกระถางต้นไม้ และค่าความพรุนของกระถางต้นไม้เพิ่มมากขึ้น ตามปริมาณอัตราส่วนผสมของดินลำตวน โดยชุดการทดลองที่ 4 มีค่าดังกล่าวมากที่สุด เท่ากับ 72.22±19.24, 65.26±6.96 และ 25.67±1.15 ตามลำดับ สำหรับการเสื่อมสภาพของกระถางต้นไม้ทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มการเสื่อมสภาพตามระยะเวลา โดยกระถางต้นไม้ชุดการทดลองที่ 1 มีการเสื่อมสภาพเร็วที่สุด การผลิตกระถางต้นไม้มีต้นทุนรวม 3.61 บาทต่อใบ มีกำไรสุทธิเฉลี่ย เท่ากับ 7.94 บาทต่อใบ และกำไรเหนือต้นทุนเงินสด เท่ากับ 16.39 บาทต่อใบ โดยมีอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) เท่ากับ 65.84

ข้อเสนอแนะ

1. หากสามารถผลิตกระถางต้นไม้จากกากขี้แบ่งที่ไม่ผ่านกระบวนการหมักได้ จะช่วยลดต้นทุนการผลิตกระถางต้นไม้
2. หากต้องการให้กระถางต้นไม้มีธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของพืชอื่นเพิ่มเติม อาจพัฒนาได้โดยการใช้วัสดุอื่นผสมเข้าไปในวัตถุดิบสำหรับการขึ้นรูปกระถางต้นไม้
3. หากต้องการเพิ่มระยะเวลาการเสื่อมสภาพของกระถางต้นไม้ อาจศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับความหนาของกระถางต้นไม้ และองค์ประกอบของวัสดุที่นำมาใช้ให้มีความเหมาะสมกับพืชที่นำมาปลูกต่อไป

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย งบประมาณกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (ววน.) ประจำปี พ.ศ. 2564 ขอขอบคุณบริษัท ยูนิแมคส์เบอร์ จำกัดที่ให้ความอนุเคราะห์กากซีแพ่งจากโรงงานผลิตน้ำยางชั้นในการทำการศึกษาวิจัยและพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์

7. References

- [1] Rubber Intelligence Unit. 2015. **Concentrated Latex**. <http://rubber.oie.go.th/Elibrary.aspx?cid=1140>. Accessed 25 February 2023. (in Thai)
- [2] Kaewthai, S., Puangmanee, S. and Taweepreda, W. 2019. The effect of field natural rubber latex pretreatment with cationic exchange resin on latex dipped film properties. **Journal of Rubber Research**. 22: 91-98.
- [3] Kowutthikulrangsee, S. and et al. 2010. **Processing of Starch Waste from Concentrated Latex Industry and Its Uses**. Research report, Prince of Songkla University. (in Thai)
- [4] Tekprasit, V. 2000. **The Utilization of the Centrifuged Residue from Concentrated Latex Industry as a Soil Conditioner**. M.Sc. Thesis, Prince of Songkla University. (in Thai)
- [5] Loykulnan, S. and Kongkaew, C. 2012. **Process of Separation of Rubber and Inorganic Substances from Natural Latex Sludge (GRASS 3)**. Bangkok: National Science and Technology Development Agency. (in Thai)
- [6] Chirawatthanachai, C. 2001. **Opinion of Farmers towards the Future of Potted Planting in Ongtrak District**. M.Sc. Thesis, Kasetsart University. (in Thai)
- [7] Verma, R. and et al. 2016. Toxic pollutants from plastic waste - A review. **Procedia Environmental Sciences**. 35: 701-708.
- [8] Chamas, A. and et al. 2020. Degradation rates of plastics in the environment. **ACS Sustainable Chemistry and Engineering**. 8: 3494-3511.
- [9] Schettini, E. and et al. 2013. Recycled wastes of tomato and hemp fibres for plant pots: Physico-chemical characterization and field performance. **Resources, Conservation and Recycling**. 70: 9-19.
- [10] Evans, M.R. and et al. 2004. Properties of plastic, peat, and processed poultry peather fiber growing containers. **HortScience**. 39(5): 1008-1011.
- [11] Candido, V., Castronuovo, D. and Miccolis, V. 2011. The use of biodegradable pots for the cultivation of poinsettia. **Acta Horticulturae**. 893: 1147-1154.
- [12] Jitpiomsri, S. 1996. **A study on the Utilization of Sawdust from Mushroom Cultivation for Potted Planting Material**. M.Sc. Thesis, Mahidol University. (in Thai)
- [13] Danso, H. and Manu, D. 2020. Influence of coconut fibres and lime on the properties of soil-cement mortar. **Case Studies in Construction Materials**. 12(1): 15-16.
- [14] Piyang, T. and et al. 2018. Environment-friendly plant pot production from palm oil sludge and mushroom cultured waste. **Rajamangala University of Technology Srivijaya Research Journal**. 10(3): 497-511. (in Thai)
- [15] Chaisupakitsin, M. and et al. 2010. Properties of fiberboard made from coconut coir/polystyrene foam containing flame retardant. **Burapha Science Journal**. 15(2): 57-66. (in Thai)
- [16] Somakul, P. and Ngencharoen, S. 2020. Biodegradable nursery pot from beverage labeling waste and coconut bagasse. In: **Proceedings of the 4th KU SRC Annual Conference**, 28 August 2020. Chonburi, Thailand. (in Thai)