

กระถางเพาะชำย่อยสลายได้จากขุยมลกากกระดาษที่เสริมธาตุอาหารให้พืชด้วยกากกาแฟ และกากถั่วเหลือง

Biodegradable Nursery Pot from Paper Labeling Waste Enriched with Coffee Grounds and Soybean Meal

สรวิษฐ์ อินทร์จันทร์¹ และ สิรินารี เงินเจริญ^{1,*}
Sorawit Injan¹, Sirinaree Ngencharoen^{1,*}

¹ หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และสังคมศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว

¹ Bachelor of Science Program in Natural Resources and Environment, Faculty of Science and Social Science, Burapha University, Sakaeo Campus

*Corresponding author: Sirinaree.th@gmail.com

Received: 27-12-2024 Revised: 31-08-2025 Accepted: 05-09-2025

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากระถางเพาะชำที่ย่อยสลายได้จากขุยมลกากกระดาษ (LW) เสริมธาตุอาหารให้กับพืชด้วยกากกาแฟ (CG) และกากถั่วเหลือง (SM) ขึ้นรูปกระถางเพาะชำโดยใช้กาวแป้งเปียกจากแป้งมันสำปะหลัง ผลการวิจัยพบว่าอัตราส่วนของวัสดุที่เหมาะสมต่อการขึ้นรูป คือ LW:CG เท่ากับ 50:50 LW:CG เท่ากับ 75:25 และ LW:SM เท่ากับ 75:25 ปริมาณและชนิดของวัสดุที่ผลิตเป็นกระถางเพาะชำมีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพ กระถางเพาะชำทุกอัตราส่วนดังกล่าวคงสภาพและความแข็งแรง กล่าวคือ ดัชนีแตกร่วน 0.99-1.00 อย่างไรก็ตาม LW:SM เท่ากับ 75:25 ดูดซึมน้ำได้มากที่สุด เมื่อดูดซึมน้ำให้ความคงตัวต่ำสุดและย่อยสลายได้เร็วที่สุด กากกาแฟและกากถั่วเหลืองสามารถเพิ่มธาตุอาหารให้กับพืชได้ ทั้งนี้กระถางเพาะชำจาก LW:SM เสริมธาตุอาหารให้กับพืชได้ดีกว่ากระถางเพาะชำจาก LW:CG เนื่องจากกากถั่วเหลืองเสริมไนโตรเจนได้สูงกว่ากากกาแฟ เมื่อทดสอบการใช้งานเพาะชำพืช ได้แก่ ต้นพริกชี้หนูพบว่าต้นพริกชี้หนูเจริญเติบโตได้สูงสุดใน LW:SM เท่ากับ 75:25 คือ มีน้ำหนักสด 4.45 ± 1.76 กรัม น้ำหนักแห้ง 0.44 ± 0.17 กรัม ความยาวลำต้นและความยาวราก เท่ากับ 2.12 ± 3.26 เซนติเมตร (ซม.) และ 4.42 ± 0.84 ซม. ตามลำดับ แตกต่างกับต้นพริกชี้หนูที่เพาะในกระถางเพาะชำประเภทอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) สำหรับจำนวนและขนาดของใบ สังเกตผลด้วยสายตา พบว่า ต้นพริกชี้หนูจากกระถางเพาะชำ LW:SM เท่ากับ 75:25 มีจำนวนใบมากที่สุดและขนาดของใบใหญ่ที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับต้นพริกชี้หนูจากกระถางเพาะชำประเภทอื่น เป็นผลเกี่ยวข้องกับคุณสมบัติทางกายภาพของกากถั่วเหลืองที่ย่อยสลายได้ดีทำให้ความพรุนของวัสดุในกระถางเพิ่มขึ้นมีอิทธิพลโดยตรงกับการเจริญเติบโตของรากต้นพริกชี้หนูที่เพิ่มสูงขึ้น อีกทั้งยังเกี่ยวข้องกับคุณสมบัติทางเคมีซึ่งพบว่า LW:SM เท่ากับ 75:25 นั้นมีแอมโมเนียม-ไนโตรเจน และไนเตรต-ไนโตรเจน 2% ยูเรีย-ไนโตรเจน 15% ฟอสฟอรัส 5% และโพแทสเซียม 16% ด้วย จึงสรุปได้ว่ากระถางเพาะชำจาก LW:SM เท่ากับ 75:25 ไม่เพียงย่อยสลายได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ยังช่วยเพิ่มธาตุอาหารและการเจริญเติบโตของพืช จึงเป็นทางเลือกที่ยั่งยืนสำหรับการเพาะปลูกและสิ่งแวดล้อม

คำสำคัญ : กระถางเพาะชำ กากกาแฟ กากถั่วเหลือง ขุยมลกากกระดาษ

ABSTRACT

This research aimed to develop biodegradable nursery pots from labeling waste (LW) enriched with nutrients by incorporating coffee grounds (CG) and soybean meal (SM), molded with cassava starch glue. The results revealed that the suitable material ratios for pot formation were LW:CG at 50:50, LW:CG at 75:25, and LW:SM at 75:25. Both the quantity and type of raw materials influenced the physical properties of the pots. All formulations demonstrated structural stability with a friability index of 0.99–1.00. However, LW:SM at 75:25 exhibited the highest water absorption, leading to the lowest stability and the fastest biodegradation. Both CG and SM contributed additional nutrients to plants, while LW:SM at 75:25 provided superior nutrient enrichment compared to LW:CG, as soybean meal supplied a higher nitrogen content. When tested with chili seedlings (*Capsicum frutescens* L.), the LW:SM (75:25) pots supported the greatest growth performance, yielding a fresh weight of 4.45 ± 1.76 g, dry weight of 0.44 ± 0.17 g, stem length of 2.12 ± 3.26 cm, and root length of 4.42 ± 0.84 cm, which were significantly higher than other formulations ($p < 0.05$). Visual observations further confirmed that plants grown in LW:SM (75:25) pots had the highest leaf number and largest

leaf size. These effects were attributed to the favorable physical properties of soybean meal, which enhanced porosity after biodegradation and directly promoted root development, as well as its chemical composition, containing ammonium-nitrogen and nitrate-nitrogen (2%), urea-nitrogen (15%), phosphorus (5%), and potassium (16%). In conclusion, nursery pots produced from LW:SM at 75:25 not only degraded efficiently but also enhanced nutrient availability and plant growth, offering a sustainable alternative for cultivation and environment.

Keywords: Nursery pot, Coffee ground, Soybean meal, Paper labeling waste

1. บทนำ

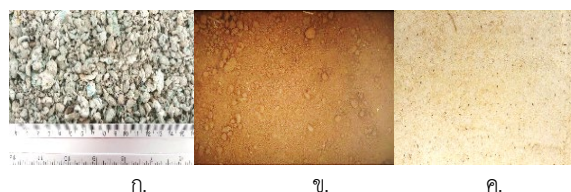
ปัจจุบันการเพาะปลูกพืชผักใช้กระถางเพาะชำที่ทำจากพลาสติก ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทั้งในด้านมลพิษจากกระบวนการผลิตและปัญหาขยะ การใช้กระถางเพาะชำพลาสติกจึงนับเป็นประเด็นสำคัญที่ไม่อาจมองข้าม หากไม่ปรับเปลี่ยนย่อมเพิ่มปัญหาสิ่งแวดล้อมให้ทวีความรุนแรงมากขึ้น การเปลี่ยนมาใช้กระถางที่ผลิตจากวัสดุธรรมชาติหรือวัสดุย่อยสลายได้ จึงเป็นแนวทางหนึ่งในการลดปริมาณขยะพลาสติกและยังช่วยลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตพลาสติก อันเป็นประโยชน์ต่อสิ่งแวดล้อมโดยตรง [1] จากแนวคิดดังกล่าว ผู้วิจัยพบว่า อุตสาหกรรมการผลิตสุราชาวมีขั้นตอนล้างขวดเพื่อนำขวดกลับมาใช้ซ้ำที่ก่อให้เกิดขยะพลาสติกซึ่งเป็นกากอุตสาหกรรมไม่อันตรายจำนวนมาก มีความเป็นไปได้ในการนำมาใช้ประโยชน์ กล่าวคือ นำมาใช้เป็นวัสดุหลักในการพัฒนาเป็นกระถางเพาะชำได้ นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ทดสอบการเสริมธาตุอาหารให้แก่กระถางเพาะชำดังกล่าวจากวัสดุเหลือใช้เพิ่มเติม ได้แก่ กากถั่วเหลืองจากอุตสาหกรรมผลิตนมถั่วเหลืองและกากกาแฟจากร้านจำหน่ายเครื่องดื่ม เนื่องจากการศึกษาข้อมูลทุติยภูมิ พบว่าวัตถุดิบทั้งสองชนิดมีสารอาหารสำคัญที่เอื้อต่อการเจริญเติบโตของพืช [2],[3] สำหรับการขึ้นรูปกระถางเพาะชำในงานวิจัยนี้ใช้กาบแปงเปียกเป็นวัสดุประสานและได้มีการทดสอบเพื่อหาสัดส่วนที่เหมาะสมสำหรับการขึ้นรูป ศึกษาประสิทธิภาพการย่อยสลาย ตลอดจนติดตามการเจริญเติบโตของพืชเมื่อได้รับธาตุอาหารจากวัสดุเหล่านี้โดยใช้พริกชี้ฟ้า (*Capsicum frutescens* L.) [3],[4] การวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาเพื่อหาแนวทางในการพัฒนากระถางเพาะชำที่ย่อยสลายได้และอุดมด้วยธาตุอาหารต่อพืช อีกทั้งยังสะท้อนถึงศักยภาพของวัสดุเหลือใช้ท้องถิ่นในการทดแทนพลาสติกอย่างยั่งยืน ลดปริมาณขยะและการปล่อยก๊าซเรือนกระจก สร้างคุณค่าเชิงสิ่งแวดล้อม เพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจให้แก่กากอุตสาหกรรม และเป็นแนวทางสร้างรายได้ให้เกษตรกรหรือชุมชนได้อย่างต่อเนื่องในอนาคต

2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

2.1 เตรียมกากอุตสาหกรรมหรือวัสดุหลัก

เตรียมวัสดุต่างๆ ได้แก่ (1) ขุยมลกากกระดาษ โดยแช่ขุยมลกากกระดาษในน้ำ 1 วัน จากนั้นนำมาผึ่ง 6 ชั่วโมง (ชม.) จนกระทั่งไม่พบน้ำหยดจากขุยมลกากกระดาษ (2) กากกาแฟ จากร้านจำหน่ายกาแฟและตากแดดให้แห้ง และ (3) กากถั่วเหลือง ได้มาจากอุตสาหกรรมการ

ผลิตนมถั่วเหลือง ผ่านกระบวนการอบแห้งมาแล้ว สามารถนำมาใช้ได้โดยไม่ต้องนำไปตากแห้ง



ภาพที่ 1 วัสดุสำหรับผลิตกระถางเพาะชำ

ก.ขุยมลกากกระดาษ ข.กากกาแฟ ค.กากถั่วเหลือง

2.2 เตรียมกาบแปงเปียกหรือวัสดุประสาน

ผสมแป้งมันสำปะหลัง 500 กรัม ต่อน้ำ 2 ลิตร ให้เข้ากัน นำไปต้มจนเดือดที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส (°C) จากนั้นคนส่วนผสมด้วยความเร็วอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งความหนืดเป็นกาบแปงเปียก ตั้งทิ้งไว้ในอุณหภูมิห้องให้เย็น

2.3 ศึกษาอัตราส่วนระหว่างขุยมลกากกระดาษ กากกาแฟ และกากถั่วเหลืองที่เหมาะสมต่อการขึ้นรูปเป็นชิ้นงานแบบแผ่น และแบบกระถางเพาะชำ และวิเคราะห์อัตราส่วนที่เหมาะสมต่อการขึ้นรูปเป็นกระถางเพาะชำ

ขึ้นรูปชิ้นงานเป็นแบบแผ่นและกระถางเพาะชำอัตราส่วนระหว่างขุยมลกากกระดาษ (Paper labeling waste : LW) กากกาแฟ (Coffee ground : CG) และกากถั่วเหลือง (Soybean meal : SM) ต่างกัน กำหนดให้แต่ละอัตราส่วนใช้วัสดุเพิ่มหรือลดเป็นสัดส่วนโดยปริมาตรที่เท่าๆ กัน และทำให้ปริมาตรรวมเท่ากัน จึงใช้อัตราส่วนต่างๆ ดังนี้ อัตราส่วน LW:CG และ LW:SM เท่ากับ 100:0, 75:25, 50:50 และ 25:75 พิจารณาความเป็นไปได้และความเหมาะสมของการขึ้นรูปและการคงสภาพของรูปทรง

2.4 เตรียมและทดสอบคุณสมบัติชิ้นงานแบบแผ่น

ขึ้นรูปตัวอย่างชิ้นงานแบบแผ่นด้วยอัตราส่วนขุยมลกากกระดาษ กากกาแฟ และกากถั่วเหลืองที่เหมาะสมซึ่งได้มาจากผลข้อ 2.3 แต่ละประเภทขึ้นรูปเชิงปริมาตร โดยใช้แม่พิมพ์ทรงสี่เหลี่ยมขนาดกว้าง 9 ซม. ยาว 11 ซม. และสูง 1.5 ซม. โดยบรรจุวัสดุให้เต็มปริมาตรแม่พิมพ์ ตากแดดจนแห้งสนิท ทดสอบจากการชั่งน้ำหนัก น้ำหนักของชิ้นงานจะคงที่ จากนั้นทดสอบคุณสมบัติต่างๆ ของตัวอย่าง ดังข้อ 1) - 5) ตัวอย่างละ 5 ซ้ำ ด้วยวิธีต่างๆ [4] บันทึกผลและวิเคราะห์ผลทางสถิติ ระหว่างประเภทกระถางเพาะชำด้วย One-

way ANOVA กรณีวิเคราะห์และเปรียบเทียบระหว่างชิ้นงานตัวอย่างแบบแผ่นและแบบกระถาง วิเคราะห์ด้วย t-Test

1) น้ำหนัก เปรียบเทียบน้ำหนักของตัวอย่างชิ้นงานแบบแผ่นในแต่ อัตราส่วน ชั่งน้ำหนักโดยใช้เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง หาค่าเฉลี่ยของน้ำหนักและบันทึกผล

2) ความหนาแน่น ชั่งน้ำหนักชิ้นงานด้วยเครื่องชั่งดิจิทัล นำค่าที่ได้ไปคำนวณค่าหนาแน่นจากสมการที่ (1)

$$D = M / V \quad (1)$$

เมื่อ D คือ ความหนาแน่น (กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร)

M คือ มวล (กรัม)

V คือ ปริมาตร (ลูกบาศก์เซนติเมตร)

3) การดูดซึมน้ำ อบตัวอย่างชิ้นงานที่อุณหภูมิ 120 °C 1 ชม. หลังอบชั่งตัวอย่างก่อนการดูดซึมน้ำ (W_d) จากนั้นรดน้ำให้ตัวอย่างชิ้นงานอิ่มตัวด้วยน้ำ ตั้งทิ้งไว้ให้น้ำส่วนเกินที่ชิ้นงานดูดซึมน้ำหมด ชั่งน้ำหนักและบันทึกค่าที่ได้เป็นน้ำหนักของตัวอย่างชิ้นงานที่อิ่มน้ำ (W_s) นำค่าที่ได้มาคำนวณค่าร้อยละ (%) ของการดูดซึมน้ำ (W) ตามสมการที่ (2)

$$W = [(W_s - W_d) / W_d] \times 100 \quad (2)$$

เมื่อ W คือ ร้อยละของการดูดซึมน้ำ (%)

W_s คือ น้ำหนักของตัวอย่างที่อิ่มน้ำ (กรัม)

W_d คือ น้ำหนักของตัวอย่างที่แห้ง (กรัม)

4) การย่อยสลายชิ้นงานแบบแผ่น อบตัวอย่างชิ้นงานที่อุณหภูมิ 120 °C 1 ชม. ชั่งน้ำหนักตั้งต้น จากนั้นจำแนกตัวอย่างชิ้นงานเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 นำชิ้นงานไปต้่วางกลางแจ้ง และกลุ่มที่ 2 นำชิ้นงานไปใส่ในกระถางที่บรรจุดิน ตั้งวางกลางแจ้ง รดน้ำและตั้งทิ้งไว้ภายใต้อุณหภูมิและความดันบรรยากาศ โดยรดน้ำวันละ 1 ครั้ง ใช้ปริมาตรการรดน้ำครั้งละ 250 มิลลิลิตร (มล.) เมื่อครบ 45 วัน สังเกตและบันทึกลักษณะทางกายภาพ จากนั้นนำชิ้นงานแบบแผ่นไปอบที่อุณหภูมิ 120 °C 1 ชม. ชั่งน้ำหนักหลังอบ เพื่อคำนวณหาน้ำหนักที่ย่อยสลายไป

5) ดัชนีการแตกร่วน (Shatter index) นำตัวอย่างชิ้นงานแบบแผ่นปล่อยจากที่สูง 1.80 ม. ลงสู่พื้นซีเมนต์ 4 ครั้ง [5] และบันทึกผล กรณีที่มีการแตกร่วนให้นำชิ้นงานไปร่อนด้วยตะแกรงร่อนดิน (Sieve) ขนาดช่องผ่านตะแกรง 20 มม. นำส่วนที่เหลือของชิ้นงานจากการร่อนไปชั่งน้ำหนัก คำนวณหาดัชนีการแตกร่วน ได้จากสมการที่ (3)

$$\text{ค่าดัชนีการแตกร่วน } R = W_f / W_i \quad (3)$$

เมื่อ R คือ ดัชนีการแตกร่วน

W_f คือ น้ำหนักของตัวอย่างชิ้นงานแบบแผ่นหลังการทดสอบ (กรัม)

W_i คือ น้ำหนักของตัวอย่างชิ้นงานแบบแผ่นก่อนการทดสอบ (กรัม)

6) ทดสอบคุณสมบัติทางเคมีของตัวอย่างชิ้นงาน ย่อยตัวอย่างแบบแผ่นในแต่ละอัตราส่วนเพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนในรูปยูเรีย-ไนโตรเจน (Urea-N) แอมโมเนียม-ไนโตรเจน (NH_4^+ -N) ไนเตรต-ไนโตรเจน (NO_3^- -N) ฟอสฟอรัส (P_2O_5) และโพแทสเซียม (K_2O) [3] โดยใช้ชุดทดสอบปุ๋ย มก.5 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ตามวิธีที่ระบุในชุดทดสอบดังกล่าว และรายงานผลเป็นค่าการวิเคราะห์จากการกำหนดค่าของชุดทดสอบปุ๋ย มก.5 ซึ่งมีค่าแสดงได้ดัง ตารางที่ 1 [6]

ตารางที่ 1 การแปลผลการเทียบสีจากการวิเคราะห์เป็นค่าการวิเคราะห์จากชุดทดสอบปุ๋ย มก.5

NH_4^+ -N	NO_3^- -N	Urea-N	P_2O_5	K_2O
0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
2 %	2 %	5 %	5 %	8 %
4 %	4 %	10 %	10 %	16 %
8 %	8 %	15 %	15 %	24 %
16 %	16 %	20 %	20 %	-

2.5 เตรียมตัวอย่างและทดสอบการใช้งานกระถางเพาะชำ

นำผลอัตราส่วนการทำกระถางเพาะชำที่เหมาะสมจากข้อ 2.4 มาขึ้นรูปกระถางเพาะชำเพื่อทดสอบการนำไปใช้งานเพาะชำพริกชี้หนู (*Capsicum frutescens* L.) ตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1) ขึ้นรูปกระถางเพาะชำ ใช้แม่พิมพ์กระถาง 2 อัน ได้แก่ (1) กระถางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (ศก.) ฐาน 7 ซม. ปากกระถาง 10 ซม. สูง 7.5 ซม. เป็นแม่พิมพ์ภายนอก (2) กระถาง ศก.ฐาน 5.8 ซม. ปากกระถาง 7.8 ซม. สูง 6 ซม. เป็นแม่พิมพ์ภายใน วางแม่พิมพ์ทั้ง 2 ขนาดซ้อนกัน จากนั้นบรรจุวัสดุที่ใช้พัฒนาเป็นกระถางเพาะชำในอัตราส่วนที่ได้เตรียมไว้ ในพื้นที่ว่างระหว่างแม่พิมพ์ทั้งสองขนาด กดให้แน่นด้วยมือ เคาะกระถางที่ขึ้นรูปได้ออกจากแม่พิมพ์ ผึ่งชิ้นงานตัวอย่างกระถางเพาะชำที่เตรียมได้ในพื้นที่อากาศถ่ายเทจนแห้งสนิท

2) เพาะต้นกล้าพริกชี้หนูจากเมล็ดพริก โดยเพาะชำในตัวอย่างกระถางเพาะชำที่เตรียมไว้จากข้อ 1) และกระถางพลาสติก (Control group) สำหรับการเพาะกล้าพริกชี้หนู เป็นระยะเวลา 15 วัน

3) เตรียมกระถางพลาสติกทรงสี่เหลี่ยม ขนาดความยาวที่ฐาน กว้าง 12 ซม. ยาว 12 ซม. ความยาวปากกระถาง กว้าง 16 ซม. ยาว 16 ซม. สูง 12 ซม. ซึ่งเป็นกระถางที่สามารถบรรจุกระถางเพาะชำที่พัฒนาจากชุดผลากกระต่าย กากกาแฟ และกากถั่วเหลืองที่ได้เพาะกล้าพริกชี้หนูจากข้อ 2) ได้

4) นำตัวอย่างกระถางเพาะชำที่เพาะชำกล้าพริกชี้หนูจากข้อ 2) มาปลูกลงในกระถางพลาสติกในข้อ 3) และบรรจุดินลงไปให้ได้ความสูงดิน 9.5 ซม. เพื่อเป็นการจำลองสภาวะการปลูกกล้าพริกชี้หนูซึ่งเพาะในกระถางเพาะชำลงดิน

5) รดน้ำ 500 มล./วัน/ครั้ง/กระถาง เป็นเวลา 60 วัน

6) เมื่อครบกำหนดระยะเวลา เก็บเกี่ยวและวัดผลการเจริญเติบโตของต้นพริก ประกอบด้วยน้ำหนักสด (กรัม) น้ำหนักแห้ง (กรัม) ความยาวลำต้น (ซม.) ความยาวราก (ซม.) จำนวนใบ (ใบ) และอัตราการรอดชีวิต (%) บันทึกผลและวิเคราะห์ผลทางสถิติระหว่างประเภทกระถางเพาะชำด้วย One-way ANOVA กรณีวิเคราะห์และเปรียบเทียบระหว่างชิ้นงานตัวอย่างแบบแผ่นและแบบกระถาง วิเคราะห์ด้วย t-Test

3. ผลการทดลองและอภิปรายผล

อัตราส่วนที่เหมาะสมสำหรับการขึ้นรูปจากวัสดุขุยมะลาคกระต่าย (Labeling waste : LW) กากกาแฟ (Coffee ground : CG) และกากถั่วเหลือง (Soybean meal : SM)

พิจารณาจากชิ้นงานแบบแผ่นและกระถางที่ขึ้นรูปโดยอัตราส่วน LW:CG และ LW:SM เท่ากับ 100:0, 75:25, 50:50 และ 25:75 พบว่าอัตราส่วนที่ขึ้นรูปได้ง่าย สามารถคงสภาพได้เหมาะสมต่อการขึ้นรูปเป็นกระถางเพาะชำ LW:CG มีอัตราส่วนเท่ากับ 75:25 และ 50:50 ส่วน LW:SM ที่เหมาะสมต่อการขึ้นรูปมีอัตราส่วนเท่ากับ 75:25 สำหรับอัตราส่วนอื่นๆ นั้นไม่เหมาะสมต่อการขึ้นรูป เนื่องจากพบว่าไม่สามารถขึ้นรูปได้ กล่าวคือ เมื่อผสมวัสดุประสานหรือกาบแข็งเปื่อยแล้ว วัสดุมีความหนืด ดิบเมื่อขึ้นรูปจนไม่สามารถขึ้นรูปได้ หรือเมื่อขึ้นรูปแล้วไม่คงสภาพ ไม่ได้รูปทรงกระถางเพาะชำที่กำหนด

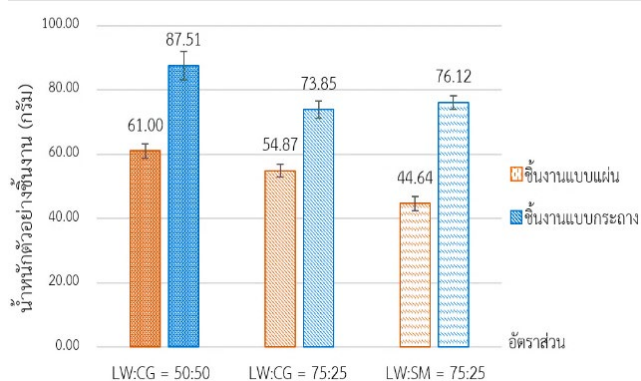


ก. ข. ค.

ภาพที่ 1 อัตราส่วนที่เหมาะสมต่อการขึ้นรูปกระถางเพาะชำ

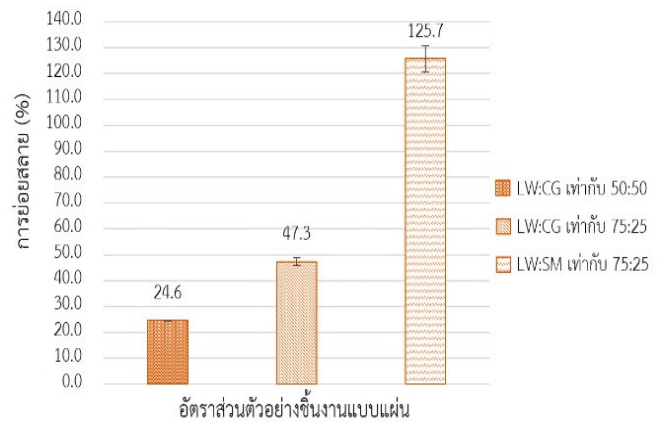
ก. LW:SM=75:25 ข. LW:CG=75:25 ค. LW:CG=50:50

น้ำหนักของชิ้นงานทั้งแบบแผ่นและแบบกระถางต่างมีแนวโน้มเดียวกัน คือ กระถางเพาะชำ LW:CG อัตราส่วน 50:50 มีน้ำหนัก 61.00 ± 2.29 กรัม ซึ่งมากกว่ากระถางเพาะชำ LW:CG อัตราส่วน 75:25 และ LW:SM อัตราส่วน 75:25 โดยมีน้ำหนัก 54.87 ± 1.96 กรัม และ 44.64 ± 2.12 กรัม ตามลำดับ ($p < 0.05$) เป็นผลสัมพันธ์กับน้ำหนักวัสดุหรือวัตถุดิบที่นำมาขึ้นรูป ขุยมะพร้าวซึ่งเป็นกระดาศมีน้ำหนักมากกว่ากากกาแฟที่มีลักษณะเป็นผงแห้งขนาดใหญ่ และกากแก้วเหลืองมีน้ำหนักเบาที่สุด เนื่องจากเป็นผงที่ผ่านกระบวนการอบแห้งจากเครื่องจักร



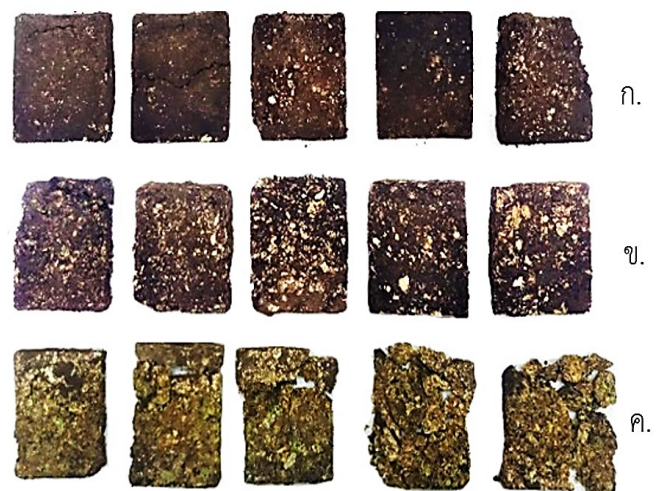
ภาพที่ 2 น้ำหนักตัวอย่างชิ้นงาน

เมื่อวิเคราะห์ค่าการดูดซึมน้ำของตัวอย่างชิ้นงาน พบว่า ค่าการดูดซึมน้ำของชิ้นงาน LW:SM เท่ากับ 75:25 มีค่าการดูดซึมน้ำมากที่สุด คือ 69.24 ± 4.08 % สำหรับ LW:CG พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) เมื่อนำตัวอย่างไปทดสอบการย่อยสลาย 2 แบบ ตามระบุไว้ในข้อ 2.4 ผลการย่อยสลายของชิ้นงานแสดงดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 การย่อยสลายของตัวอย่างชิ้นงานแบบแผ่น

ชิ้นงานตัวอย่างทั้งแบบแผ่นและกระถางเพาะชำที่ขึ้นรูปโดยใช้กากแก้วเหลืองย่อยสลายสูงกว่าการใช้กากกาแฟอย่างชัดเจน อย่างไรก็ตามชิ้นงานแบบกระถางนั้น ไม่สามารถชั่งน้ำหนักเพื่อวิเคราะห์ % การย่อยสลายได้ เนื่องจากมีดินแทรกในวัสดุที่ประกอบกันเป็นกระถางเพาะชำแต่ละประเภท ทุกชิ้นงาน ไม่สามารถแยกเม็ดดินออกจากชิ้นงานกระถางเพาะชำได้ อีกทั้งการจำแนกกากกาแฟและดินทำได้ยาก ดังนั้นจึงวิเคราะห์ผลการย่อยสลายชิ้นงานแบบกระถางเพาะชำโดยการสังเกตและรายงานผลเป็นลักษณะทางกายภาพภายนอก แสดงผลดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ผลทดสอบการย่อยสลายด้วยวิธีใส่ชิ้นงานแบบแผ่นลงในกระถางบรรจุดิน

ก. LW:CG=50:50 ข. LW:CG=75:25 ค. LW:SM=75:25

สำหรับดัชนีการแตกร่วนและความคงตัวของตัวอย่างชิ้นงานแบบแผ่นนั้น พบว่า ตัวอย่างชิ้นงาน LW:CG แข็งแรงมากกว่าชิ้นงาน LW:SM เล็กน้อย ดังตารางที่ 2 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) อนุภาคขนาดเล็กของขุยมะพร้าว กระดาศ กากกาแฟ และกากแก้วเหลือง ทำให้เกิดแรงยึดเกาะระหว่างอนุภาคได้ดี [7]

ตารางที่ 2 ดัชนีการแตกร่วนของตัวอย่างชิ้นงานแบบแผ่น

อัตราส่วน ของชิ้นงาน	ดัชนี การแตกร่วน	ลักษณะ การแตกร่วน
LW:CG = 50:50	0.99±0.01	แตกร่วนเล็กน้อย
LW:CG = 75:25	1.00±0.00	ไม่แตกร่วน
LW:SM = 75:25	1.00±0.00	ไม่แตกร่วน

ความคงตัวของชิ้นงานตัวอย่างกระถางเพาะชำสอดคล้องกับดัชนีการแตกร่วน กล่าวคือ ชิ้นงานตัวอย่าง LW:CG อัตราส่วนเท่ากับ 75:25 คงตัวมากที่สุด คือ 9.56 นาที ส่วนตัวอย่างชิ้นงานแบบแผ่นที่มีค่าความคงตัวน้อยที่สุด คือ LW:SM เท่ากับ 75:25 มีค่าความคงตัว 1.84 นาที เมื่อนำชิ้นงานตัวอย่างทดสอบคุณสมบัติทางเคมี แสดงผลได้ดังตารางที่ 3

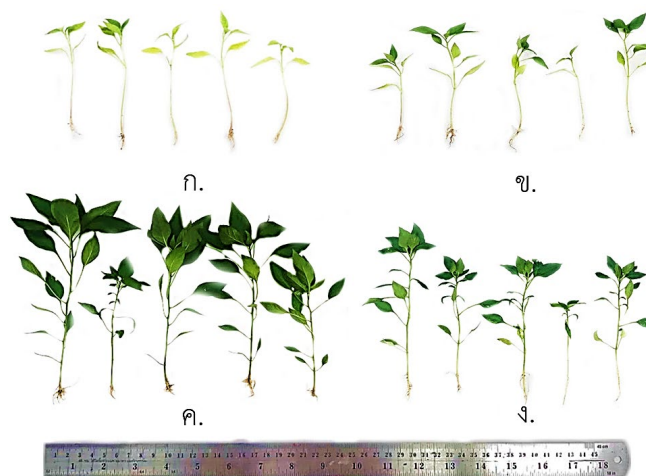
ตารางที่ 3 คุณสมบัติทางเคมีของวัสดุและตัวอย่างชิ้นงาน

องค์ประกอบ	NH ₄ ⁺ -N	NO ₃ ⁻ -N	Urea-N	P ₂ O ₅	K ₂ O
LW	2%	0%	0%	5%	8%
CG	2%	4%	5%	10%	8%
SM	2%	2%	15%	10%	16%
LW:SM 75:25	2%	2%	10%	5%	16%
LW:CG 75:25	2%	2%	5%	5%	8%
LW:CG 50:50	2%	2%	5%	10%	8%

ผลวิเคราะห์พบว่าชุดผลลากกระดาศซึ่งเป็นวัสดุประเภทกระดาศมีไนโตรเจน 0-2% ฟอสฟอรัส 5% และโพแทสเซียม 8% แม้ว่าไม่พบการนำชุดผลลากกระดาศมาใช้ประโยชน์เพื่อการทำกระถางเพาะชำหรือวัสดุเพาะโดยตรง แต่การสำรวจข้อมูลพบงานวิจัยที่ได้วิเคราะห์ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในกากตะกอนเยื่อกระดาษที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของไส้เดือนดินที่มีผลต่อปุ๋ยหมักมูลไส้เดือน [8] กากตะกอนเยื่อกระดาษดังกล่าวมีลักษณะทางกายภาพใกล้เคียงกับชุดผลลากกระดาศนี้ผลวิเคราะห์กากตะกอนเยื่อกระดาษดังกล่าว พบว่า มีไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมเช่นเดียวกัน โดยมีไนโตรเจนใกล้เคียงกัน กล่าวคือ กากตะกอนเยื่อกระดาษมีไนโตรเจน 1.64% ซึ่งมาจากการบำบัดแบบชีววิทยา สำหรับฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในกากตะกอนเยื่อกระดาษนั้น พบเพียง 0.32% และ 0.11% ตามลำดับซึ่งมีปริมาณน้อยกว่าชุดผลลากกระดาศ

อย่างไรก็ตามในงานวิจัยนี้ได้ทดสอบการเสริมธาตุอาหาร
ในกระถางเพาะชำด้วยกากถั่วเหลือง ผลทดสอบเมื่อวิเคราะห์จาก
ตารางที่ 3 พบว่ากากถั่วเหลืองเสริมยูเรียไนโตรเจนได้ สอดคล้อง
กับงานวิจัยที่ระบุว่าเมล็ดถั่วเหลืองใช้ทดแทนปุ๋ยเคมีที่มีธาตุ
ไนโตรเจนสูง และเมื่อพัฒนาปุ๋ยน้ำหมักจากถั่วเหลืองและ

สับปะรด พบว่าปุ๋ยน้ำหมักดังกล่าวสามารถทดแทนการใช้ปุ๋ยยูเรีย
ได้ [9] ในส่วนของกากกาแฟนั้น พบการศึกษาวิจัยในการพัฒนา
กากกาแฟเพื่อเป็นปุ๋ยหรือวัสดุเสริมธาตุอาหารให้พืชหลาย
ลักษณะต่างให้ผลสอดคล้องกันว่ากากกาแฟมีธาตุอาหารที่จำเป็น
ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่พืชสามารถ
นำมาใช้ประโยชน์เพื่อการเจริญเติบโตได้ [10],[11],[12]
สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของกากกาแฟจาก
งานวิจัยนี้เช่นกัน ทั้งนี้ควรต้องผสมกับวัสดุปลูกอื่นหรือหมักเพื่อ
ผลิตเป็นปุ๋ยอินทรีย์เพื่อลดความเป็นพิษของกากกาแฟ [13] เมื่อ
ทดสอบใช้งานกระถางเพาะชำโดยการปลูกพืช คือ ต้นพริกชี้หู
ในกระถางเพาะชำ จากนั้นเก็บเกี่ยวและบันทึกผล น้ำหนักสด
น้ำหนักแห้ง ความยาวลำต้น ยาวความราก จำนวนใบ และอัตรา
การรอดชีวิตของต้นพืช ให้ผลการทดสอบดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 การเจริญเติบโตของต้นพริกชี้ฟ้า
ในกระถางเพาะชำ

ก. LW:CG เท่ากับ 50:50 ข. LW:CG เท่ากับ 75:25

ค. LW:SM เท่ากับ 75:25 ง. กระจกเพาะชำพลาสติก

พบว่าน้ำหนักสดของต้นพริกที่เพาะในกระถางเพาะชำแต่ละประเภทมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) โดยน้ำหนักสดของพืชที่ทดสอบปลูกจริงในกระถางเพาะชำจาก LW:SM อัตราส่วน 75:25 มีน้ำหนักสดมากที่สุด เท่ากับ 4.45 ± 1.76 กรัม รองลงมา คือ ต้นพริกที่ปลูกในกระถางเพาะชำพลาสติก เท่ากับ 1.36 ± 0.54 กรัม LW:CG อัตราส่วนเท่ากับ 75:25 เท่ากับ 0.40 ± 0.11 กรัม และ น้ำหนักสดของพริกที่เพาะในกระถางเพาะชำจาก LW:CG อัตราส่วนเท่ากับ 50:50 เท่ากับ 0.24 ± 0.04 กรัม ตามลำดับ

น้ำหนักแห้งของต้นพริกที่ทดสอบปลูกในกระถางเพาะชำ จาก LW:SM อัตราส่วนเท่ากับ 75:25 มีน้ำหนักสดมากที่สุด เท่ากับ 0.44 ± 0.17 กรัม รองลงมา คือ ต้นพริกที่ปลูกในกระถางเพาะชำพลาสติคที่บรรจุดิน มีน้ำหนักแห้งเท่ากับ 0.13 ± 0.05 กรัม ต้นพริกที่เพาะในกระถางเพาะชำ LW:CG นั้นมีน้ำหนักแห้งใกล้เคียงกัน คือ 0.03-0.04 กรัม ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

สำหรับความยาวลำต้น ความยาวราก และจำนวนใบของ
ต้นพริกที่เพาะในกระถางเพาะชำตัวอย่างนั้น พบว่า ต้นพริกที่

เพาะในกระถางเพาะชำจาก LW:SM อัตราส่วน เท่ากับ 75:25 มีความยาวของลำต้นมากที่สุด เท่ากับ 22.12 ± 3.26 ซม. รองลงมา คือ ต้นพริกที่เพาะในกระถางเพาะชำพลาสติกบรรจุดินปลูก พบว่ามีความยาว เท่ากับ 15.61 ± 2.95 ซม. ต้นพริกที่เพาะในกระถางเพาะชำแต่ละประเภทมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) แต่ต้นพริกที่เพาะในกระถางเพาะชำจากขุยมะลาคกระดาศและกากกาแฟนั้นพบว่ามีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

รากของต้นพริกที่เพาะในกระถางเพาะชำประเภทต่างๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) โดยต้นพริกที่เพาะในกระถางเพาะชำพลาสติกบรรจุดินปลูก มีความยาวของรากมากที่สุด เท่ากับ 5.00 ± 0.96 ซม. รองลงมา คือ ต้นพริกที่เพาะในกระถางเพาะชำอัตราส่วน LW:SM เท่ากับ 75:25 มีความยาวราก 4.42 ± 0.84 ซม. LW:CG เท่ากับ 75:25 มีความยาวราก เท่ากับ 3.21 ± 1.00 ซม. และต้นพริกที่เพาะในกระถางเพาะชำจาก LW:CG อัตราส่วน เท่ากับ 50:50 เท่ากับ 2.10 ± 0.53 ซม. ตามลำดับ

ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าวัสดุต่างมีผลต่อการเจริญเติบโตของราก กล่าวคือ ดินปลูกมีช่องว่างในดินมากกว่าการใช้กระถางเพาะชำที่เมื่อย่อยสลายแล้วจะมีผลกับช่องว่างในกระถางเพาะชำ กล่าวคือ อาจเป็นอุปสรรคต่อการเจริญของรากพืช อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณากรณีเฉพาะที่ใช้กระถางเพาะชำจากขุยมะลาคกระดาศ กากกาแฟ และกากถั่วเหลือง พบว่า รากพืชเจริญเติบโตได้ดีกว่าในกระถางเพาะชำจากกากถั่วเหลือง ทั้งนี้เนื่องมาจากกากถั่วเหลืองสามารถย่อยสลายได้รวดเร็วที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุชนิดอื่น เมื่อย่อยสลายแล้ว ลักษณะของกากถั่วเหลืองแปรสภาพได้ง่ายกว่า ส่งผลให้ช่องว่างหรือความพรุนของวัสดุในกระถางเพาะชำเพิ่มขึ้น แปรผันตรงกับการเจริญเติบโตของรากพืช สอดคล้องกับงานวิจัยที่พบว่า การเกิดไรโซมและรากจากการปักชำของใบแก้วมรกตนั้นเกี่ยวข้องกับสัดส่วนช่องว่างที่มีผลกับการระบายน้ำและอากาศอันเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเจริญเติบโตของรากพืช [14] ซึ่งเมื่อรากเจริญเติบโตได้ไม่เหมาะสมจึงมีผลต่อจำนวนและขนาดของใบ

การเจริญเติบโตของต้นพริกที่เพาะในกระถางเพาะชำดังกล่าว สัมพันธ์กับคุณสมบัติทางเคมีของวัสดุต่างๆ เป็นสำคัญ กล่าวคือ ต้นพริกจาก LW:SM อัตราส่วนเท่ากับ 75:25 มีจำนวนใบของพืชมากที่สุด เท่ากับ 17 ± 2 ใบ ทั้งยังมีขนาดใหญ่มากที่สุด เมื่อสังเกตด้วยสายตา รองลงมา คือ ต้นพริกที่เพาะในกระถางเพาะชำที่เป็นตัวอย่างควบคุม พบจำนวนใบ เท่ากับ 14 ± 3 ใบ และ LW:CG อัตราส่วนเท่ากับ 75:25 มีจำนวนใบ 8 ± 1 ใบ และกระถางเพาะชำจาก LW:CG อัตราส่วนเท่ากับ 50:50 มีใบเพียง 5 ± 1 ใบ อีกทั้งใบยังมีขนาดเล็กที่สุดอย่างชัดเจน แสดงให้เห็นว่าการใช้กากถั่วเหลืองเสริมธาตุอาหารในกระถางเพาะชำให้ผลดีกว่าการใช้กากกาแฟ เนื่องจากเมื่อใช้กากถั่วเหลืองเป็นวัสดุเสริมธาตุอาหารในชั้นงานจากขุยมะลาคกระดาศ พบว่า กากถั่วเหลืองสามารถเพิ่มระดับไนโตรเจนจากไม่พบไนโตรเจน

หรือ 0% เป็น 2% เพิ่มระดับยูเรีย-ไนโตรเจนจาก 0% เป็น 10% และเพิ่มระดับโพแทสเซียมจาก 10% เป็น 15% สำหรับกากกาแฟนั้น พบว่า การใช้กากกาแฟผสมกับขุยมะลาคกระดาศสามารถเพิ่มไนเตรต-ไนโตรเจน จาก 0% เป็น 2% เพิ่มระดับยูเรีย-ไนโตรเจนจาก 0% เป็น 5% และเพิ่มระดับฟอสฟอรัสจาก 5% เป็น 10% สำหรับกระถางเพาะชำจาก LW:CG อัตราส่วนต่างกัน คือ 75:25 และ 50:50 ให้ปริมาณธาตุอาหารใกล้เคียงกันมาก แตกต่างกันเพียงฟอสฟอรัสเท่านั้น ซึ่งพบว่าชั้นงานที่มีปริมาณกากกาแฟมากกว่าจะมีฟอสฟอรัสสูงกว่า

อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกระถางเพาะชำจาก LW:CG กับกระถางเพาะชำจาก LW:SM ที่ใช้อัตราส่วนเท่ากัน คือ 75:25 พบว่า ธาตุอาหารในกระถางเพาะชำจากกากถั่วเหลือง ได้แก่ ยูเรีย-ไนโตรเจนและโพแทสเซียมสูงกว่า แสดงให้เห็นว่ากากถั่วเหลืองเสริมไนโตรเจนในรูปยูเรีย และเสริมโพแทสเซียมได้มากกว่าเมื่อใช้ปริมาณเท่ากับกากกาแฟ จึงเพิ่มการเจริญเติบโตของต้นพริกขึ้นซึ่งเป็นพืชที่ต้องการธาตุอาหารจำพวกไนโตรเจนและโพแทสเซียมต่อการเจริญเติบโต [15] อย่างไรก็ตามจากงานวิจัยที่ระบุว่า พริกเป็นพืชที่ต้องการธาตุอาหารสำหรับใช้ในการเจริญเติบโตและสร้างผลผลิตโดยเฉพาะธาตุไนโตรเจนที่มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิต [16] อีกทั้งไนโตรเจนมักเป็นตัวแปรของค่าผลผลิตพริกที่ได้ [17],[18] การเพาะชำพริกขึ้นในกระถางเพาะชำที่ทำจากขุยมะลาคกระดาศและกากถั่วเหลืองจึงให้ผลดีต่อการเสริมธาตุอาหารเพื่อการเจริญเติบโตของพริกขึ้นได้มากที่สุด

4. สรุปผลการวิจัย

ขุยมะลาคกระดาศ กากกาแฟและกากถั่วเหลือง สามารถใช้ทำกระถางเพาะชำที่ย่อยสลายได้ทั้งยังช่วยเสริมธาตุอาหารให้กับพริกขึ้นที่นำมาเพาะชำได้ ทั้งนี้เมื่อพิจารณาจากคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางเคมีที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพริกขึ้นเป็นสิ่งสำคัญแล้ว พบว่า กระถางเพาะชำที่ทำมาจากขุยมะลาคกระดาศ (LW) และกากถั่วเหลือง (SM) อัตราส่วนระหว่าง LW:SM เท่ากับ 75:25 เป็นกระถางเพาะชำที่เหมาะสมต่อการใช้งานและมีประสิทธิภาพดีที่สุดในการเสริมธาตุอาหารให้กับต้นพริกขึ้น อย่างไรก็ตามเพื่อประสิทธิภาพที่ดีและเหมาะสมมากขึ้นเสนอแนะให้พัฒนาต่อไปโดยการใช้อัตราส่วนที่แตกต่างกันมากขึ้นและควรทดสอบการใช้ประโยชน์ต่อพืชชนิดอื่นประกอบกัน

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณบริษัทแลคตาซอย จำกัด (โรงงานปราจีนบุรี) ให้ความอนุเคราะห์กากถั่วเหลือง

6. อ้างอิง

- [1] จินตนา แสงวงศ์. การศึกษาการลดก๊าซเรือนกระจกจากการคัดแยกขยะครัวเรือนเพื่อการรีไซเคิลภายใต้โครงการสนับสนุนกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก กรณีศึกษา: โรงเรียน

- นายร้อยพระจุลจอมเกล้า. วารสารวิชาการโรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า 2564; 19(1): 57-64.
- [2] อัญชลี อุษณาสวรรณกุล, กัญญ์วรา ทองกระจ่าง. การใช้ประโยชน์จากกากถั่วเหลือง. อาหาร 2565; 52(1): 24-36.
- [3] สุปราณี อบเทียน, สิริณารี เงินเจริญ, ประทีป อุปแก้ว. การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตวัสดุปลูกจากกากขานอ้อยและกากตะกอนระบบบำบัดน้ำเสีย. วารสารวิจัยและพัฒนานวโลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์ 2560; 12(1): 79-92.
- [4] ปิ่นประภา โสมากุล และสิรินารี เงินเจริญ. กระถางเพาะชำที่ย่อยสลายได้จากขุยมะพร้าวและขุยมะพร้าว. การประชุมวิชาการ ครั้งที่ 4 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา; 28 สิงหาคม 2563; มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา ชลบุรี. 36-45.
- [5] กิตติชัย โสพันนา, วิชชุดา ภาโส, กนกวรรณ วรดง, อนันต์ สิทธิ ไชยวังราช. การประดิษฐ์และสมบัติของกระถางชีวภาพ. SNRU Journal of Science and Technology 2558; 7(2): 1-7.
- [6] โครงการพัฒนาวิชาการ ดิน ปุ๋ย และสิ่งแวดล้อม, ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ชุดตรวจสอบปุ๋ย มก. 5. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์; ม.ป.ป.
- [7] ลัดดา ทองชูช่วย, วรรัตน์ ปัตตประกร, แวบุญ แยมแสงสังข์. การศึกษาสมบัติของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากกากกาแฟและกากมะพร้าว. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช 2565; 2(2): 55-65.
- [8] วันวิสาข์ วัฒนะพันธ์ศักดิ์, ธรรมธวัช แสงงาม, ไยไหม ช่วยหนู, ปฐมา แทนนาค, ทศพล วัฒนะพันธ์ศักดิ์. ผลของกากตะกอนเยื่อกระดาษที่มีต่อการเจริญเติบโตของไส้เดือนดินและคุณภาพปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน. วิทยาศาสตร์เกษตรและการจัดการ 2566; 6(1): 79-86.
- [9] เยวพล ชุมพล. ประสิทธิภาพของปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพจากเมล็ดถั่วเหลืองและสับปะรดในการเพิ่มผลผลิตค่น้ำ. วารสารเกษตรพระวรุณ 2564; 18(1): 34-40.
- [10] มัทนภรณ์ ใหม่คามิ. ผลของดินผสมกากกาแฟต่อการออกและเจริญเติบโตของผักบุ้งจีน. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2564; 4(2): 155-163.
- [11] นุสลาว่าดี จูมิง, รุสนิดา ดอเลาะ, ภาณุ คนอง และจุฑามาศ แก้วมณี. การผลิตกระถางต้นไม้ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมจากกากกาแฟ ผักตบชวาและ ขุยมะพร้าว. งานประชุมวิชาการระดับชาติ ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เครือข่ายสถาบันอุดมศึกษาภาคใต้ ครั้งที่ 7 (NSCIC2022); 10-11 มีนาคม 2565; คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี. 1592-1600.
- [12] ปริยานุช จุลกะพิจิตร้า แก้วสอน และปณิดา จีนประสม. ผลของการใช้วัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของกากกาแฟต่อการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศ. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 2557; 45(2)(พิเศษ): 349-352.
- [13] สุชุมาล หวานแก้ว. ปฐดินด้วยกาแฟ ปลูกกระแสดการเกษตรที่ยั่งยืน. คลังความรู้ [อินเทอร์เน็ต]. พัทลุง: 2564 [เข้าถึงเมื่อ 11 สิงหาคม 2567]. เข้าถึงได้จาก https://tcd.tsu.ac.th/upload/files/1678854996_5%20สค64%20ปฐดินด้วยกากกาแฟ%20ปลูกกระแสดการเกษตรที่ยั่งยืน.pdf
- [14] รชต สีนทนะโยธิน, กฤษรา กฤษณพุกต์, ลพ ภาภูตานนท์. ผลของวัสดุปลูกต่อการเกิดไรโซมและรากจากการปักชำแผ่นใบแก้วมรกต. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2557; 3(1): 17-25.
- [15] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรกาญจนบุรี. ปฏิสัมพันธ์ของธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพริกชี้หนูผลใหญ่ในจังหวัดกาญจนบุรี. [อินเทอร์เน็ต]. กาญจนบุรี: 2557 [เข้าถึงเมื่อ 8 สิงหาคม 2567]. เข้าถึงได้จาก <https://www.doa.go.th/research/attachment.php?aid=2422>
- [16] จุฬารรณ และกาสินธ์, เสาวนุช ถาวรพฤษ, ณัฐพล จิตมาตย์. การคาดคะเนอัตราปุ๋ยไนโตรเจนสำหรับพริกชี้หนูเม็ดใหญ่ (*Capsicum frutescens* Linn.) โดยใช้ DSSAT. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 2560; 48(3): 389-402.
- [17] จักรชัยวัฒน์ กาวีวงศ์, เมธี วรรณชัย, จำเนียร มีสำลี. การตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนของพริกที่ปลูกในดินเนื้อปานกลาง. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2562; 27(4): 717-725.
- [18] Mahmud K, Hossain T, Mou TH, Ali A, Islam M. Effect of nitrogen on growth and yield of chili (*Capsicum annum* L.) in roof top garden. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology 2020;8(1): 246-51.