การผลิตกระถางต้นไม้ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมจากกากตะกอนน้ำมันปาล์ม และวัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ด

Environment-friendly Plant Pot Production from Palm Oil Sludge and Mushroom Cultured Waste

เตือนใจ ปิยัง * วรรณวิภา ไชยชาญ และ กัตตินาฏ สกุลสวัสดิพันธ์
Tuanjai Piyang *, Wanvipa Chaichan and Kattinat Sagulsawasdipan

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตกระถางต้นไม้ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมจากกากตะกอนน้ำมันปาล์ม และวัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ด โดยใช้ตัวประสานเป็นกาวแป้งเปียก โดยศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการขึ้นรูป และคุณสมบัติของกระถางต้นไม้ ทำการศึกษาทั้งหมด 6 ชุดการทดลองที่อัตราส่วนผสมกากตะกอนน้ำมันปาล์มต่อวัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ด ได้แก่ 5 : 0 4 : 1 3 : 2 2 : 3 1 : 4 และ 0 : 5 โดยน้ำหนัก นำไปขึ้นรูปกระถางด้วยเครื่องอัดไฮโดรลิกช่วง 100-150 นิวตัน ซึ่งทำการศึกษาคุณสมบัติค่าการดูดซับน้ำ ค่าการพองตัว ค่าความพรุน และการย่อยสลายของกระถางต้นไม้ ผลการศึกษาพบว่ากระถางต้นไม้ที่ใช้วัสดุประสานกาวแป้งเปียกสามารถขึ้นรูปได้ทุกชุดการทดลอง สำหรับคุณสมบัติของกระถางต้นไม้ พบว่าค่าการดูดซับน้ำ ค่าการพองตัว ค่าความพรุน และการเสื่อมสภาพของกระถางต้นไม้ขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของวัสดุผสมอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อพิจารณาคุณสมบัติกระถางต้นไม้ที่อัตราส่วนผสมที่ 1 : 4 เหมาะต่อการขึ้นรูปได้ดี และคุณสมบัติเหมาะสมที่สุดโดยมีค่าการดูดซับน้ำ 91.18 ± 1.33 เปอร์เซ็นต์ ค่าการพองตัว 91.67 ± 1.11 เปอร์เซ็นต์ ค่าความพรุน 79.00 ± 3.25 เปอร์เซ็นต์ และมีการเสื่อมสภาพของกระถางต้นไม้ย่อยสลายได้ช้าที่สุด

คำสำคัญ: กระถางต้นไม้, กากตะกอนน้ำมันปาล์ม, วัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ด

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง 92150
Faculty of Science and Fisheries Technology, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Sikao, Trang 92150, Thailand.
* ผู้นิพนธ์ประสานงาน ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding auther, e-mail): tuanjai2527@gmail.com

ABSTRACT

This research aimed to produce environment-friendly plant pot from palm oil sludge and mushroom cultured waste using starch paste as binder. The appropriate ration and property of plant pot from palm oil sludge and mushroom cultured waste were investigated. This study employed six experimental ratio of palm oil sludge and mushroom cultured waste of 5:0, 4:1, 3:2, 2:3, 1:4 and 0:5 (by weight). The plant pots were processed with automatic potting presses using potting pressure range of 100-150 newton. The properties of water absorption, plant pot swelling, porosity, and deterioration of plant pot were studied. The results showed that plant pots using adhesive paste, wet powder, could be molded in any set of the experiments. For the property of plant pot, it showed that the water absorption, swelling, porosity and degradation of the potted plants were significantly dependent on the mixing ratio. Considering the properties of the plant pots, the 1: 4 ratio was suitable for forming well. The water absorption was 91.18 ± 1.33 percent. The swelling was 91.67 ± 1.11 percent. The porosity was 79.00 ± 3.25 percent. The degradation of the pot was the slowest.

Key words: plant pot, palm oil sludge, mushroom cultured waste

บทนำ

จากอดีตจนถึงปัจจุบันพบว่ามีการใช้วัสดุพลาสติกเพื่อผลิตบรรจุภัณฑ์เพิ่มขึ้น จนมีกระแสการตื่นตัวถึงปัญหาของสิ่งแวดล้อม จึงได้มีการผลักดันให้มีการพัฒนาวัสดุบรรจุภัณฑ์แทนการนำเข้าของเม็ดพลาสติกซึ่งราคาแพงเนื่องจากพลาสติกเหล่านี้ไม่สามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ ดังนั้นจะถูกกำจัดโดยการเผาให้เป็นเถ้าซึ่งอาจก่อให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซพิษจำนวนมาก และเป็นมลพิษต่อสภาพแวดล้อมทางดิน น้ำ และอากาศ นำไปสู่ปัญหาสิ่งแวดล้อมในที่สุด ดังนั้นการนำวัสดุธรรมชาติในท้องถิ่น ได้แก่ กากตะกอนน้ำมันปาล์มเป็นกากอินทรีย์ที่ได้หลังจากกระบวนการสกัดปาล์มน้ำมันปาล์มดิบจากผลปาล์ม ซึ่งท้ายที่สุดกากตะกอนถูกปล่อยออกจากโรงงานอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันเป็นปริมาณมาก ก่อให้เกิดปัญหาต่อชุมชนและเป็นผลเสียต่อระบบนิเวศได้

อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาวัสดุเศษเหลือทิ้งในท้องถิ่นพบว่ามีปริมาณมาก ได้แก่ กากตะกอนน้ำมันปาล์มและก้อนเชื้อเห็ดเก่าวัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ดมีความเหมาะสมในการพัฒนาเป็นวัสดุในการผลิตกระถางต้นไม้ได้ เนื่องมาจากการเจริญเติบโตของพืชส่วนใหญ่มักเจริญได้ดีในดินที่ความเป็นกรดเป็นด่าง 6.0-7.0 และค่าการนำไฟฟ้าของดินอยู่ในช่วง 2-4 เดซิซีเมนต่อเมตร ถือว่าเป็นช่วงที่ดินที่มีความเหมาะสมในการเติบโตของพืช ซึ่งกากตะกอนน้ำมันปาล์มมีความเป็นกรดที่ระดับ 5.09 ค่าการนำไฟฟ้าของกากตะกอนน้ำมันปาล์มมีค่าเฉลี่ยประมาณ 4.99

เดซิซีเมนต่อเมตร ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับความเป็นเค็มปานกลาง จึงเป็นข้อจำกัดสำหรับการเจริญเติบโตของพืชหลายชนิด หากต้องการนำกากตะกอนน้ำมันปาล์มไปใช้ในการปลูกพืชก็ยังสามารถปรับสภาพความเป็นกรดเป็นด่างของดินให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของพืชได้ อินทรียวัตถุในปริมาณที่สูงพอสมควร 78.12 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณไขมันที่หลงเหลืออยู่ในกากตะกอนปาล์มน้ำมัน 17.72 เปอร์เซ็นต์ (เลอพงศ์ และ พรฤดี, 2553) ดังนั้นกากตะกอนน้ำมันปาล์มมีความเหมาะสมในการพัฒนาเป็นวัสดุในการปลูกพืชได้ สำหรับก้อนเชื้อเห็ดเก่าวัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ด เกษตรกรส่วนใหญ่นำก้อนเห็ดเก่าทิ้งหรือใส่โคนต้นไม้ในสวน เนื่องจากก้อนเชื้อเห็ดทำจากขี้เลื่อย และมีอาหารเสริมประเภทรำละเอียด ปูนขาว ยิปซัม ดีเกลือ ไทอามีน แป้ง น้ำตาล รากมอส และกระถินป่น ซึ่งธาตุอาหารเหล่านี้ไม่เป็นพิษต่อต้นไม้ (กรมวิชาการเกษตร, 2555) เห็นได้ว่าเกษตรกรมีการนำก้อนเชื้อเห็ดเก่าวัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ดไปใช้ประโยชน์น้อย

จากเหตุผลข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการนำกากตะกอนน้ำมันปาล์ม และก้อนเชื้อเห็ดเก่าวัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ด นำมาศึกษาเพื่อผลิตกระถางต้นไม้ โดยทดแทนวัสดุหรือผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากพลาสติกจึงเป็นอีกทางหนึ่งที่จะช่วยลดปริมาณขยะ ของเสีย และลดปริมาณก๊าซเรือนกระจก โดยมุ่งหวังว่ากระถางต้นไม้นั้นสามารถช่วยเพิ่มปริมาณธาตุอาหารให้กับดินหลังการย่อยสลายไปตามธรรมชาติของกากตะกอนน้ำมันปาล์มและก้อนเชื้อเห็ดเก่า โดยสามารถย่อยสลายได้เองและส่งผลให้มีปริมาณธาตุอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชได้ดี ทั้งนี้การนำกากตะกอนน้ำมันปาล์มและก้อนเชื้อเห็ดเก่านำมาผลิตกระถางต้นไม้ เป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับวัสดุเศษเหลือทิ้งนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเพื่อทดแทนการใช้บรรจุภัณฑ์ประเภทพลาสติกที่ใช้เวลาในการย่อยสลายเป็นเวลานาน ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในระยะยาวอีกด้วย

วิธีดำเนินการวิจัย

การผลิตกระถางต้นไม้ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมจากกากตะกอนน้ำมันปาล์มและก้อนเชื้อเห็ดเก่าวัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ด ซึ่งทำการศึกษาทั้งหมด 6 ชุดการทดลองที่อัตราส่วนผสมกากตะกอนน้ำมันปาล์ม : วัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ด ได้แก่ 5:0 4:1 3:2 2:3 1:4 และ 0:5 โดยใช้ตัวประสานเป็นกาวแป้งเปียก มีขั้นตอนในการศึกษาดังนี้

1. การเตรียมตัวอย่างวัตถุดิบ

1.1 การเตรียมตัวอย่างกากตะกอนน้ำมันปาล์ม โดยนำกากตะกอนน้ำมันปาล์ม ซึ่งเป็นเศษของเปลือกผลปาล์มหรือสิ่งเจือปนต่างๆ ที่ปะปนอยู่ในน้ำมันปาล์ม สิ่งเจือปนเหล่านี้จะถูกแยกออกในขั้นตอนสุดท้ายของการสกัดน้ำมัน รวบรวมได้จากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม บริษัท ล่ำสูง ประเทศไทย จำกัด (มหาชน) นำมาตากแดดให้แห้ง จากนั้นนำกากตะกอนน้ำมันปาล์มมาบดด้วยเครื่องบดละเอียด ร่อนผ่านตะแกรง ขนาด 0.50 มิลลิเมตร แล้วนำกากตะกอนน้ำมันปาล์มที่ผ่านการบดแล้วเก็บรักษาถุงซิปล็อกเพื่อนำไปวิเคราะห์และเตรียมขึ้นรูปกระถาง ดังภาพที่ 1

ภาพที่ 1 การเตรียมตัวอย่างกากตะกอนน้ำมันปาล์ม

1.2 การเตรียมตัวอย่างขี้เลื่อยวัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ด โดยนำก้อนเชื้อเห็ดเก่าซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ดที่ได้มาจากฟาร์มเห็ดสิเกา ตำบลไม้ฝาด อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง มารวบรวมไว้ และทำการแยกถุงพลาสติกที่ห่อหุ้มออกจากก้อนเห็ดเก่าออก หลังจากนั้นนำก้อนเห็ดเก่าที่เตรียมไว้บดให้ละเอียด และตากแดดให้แห้ง หลังจากนั้นนำมาร่อนผ่านตะแกรงร่อน ขนาด 0.50 มิลลิเมตร และทำการเก็บรักษาในถุงซิปล็อค เพื่อเตรียมไว้สำหรับการขึ้นรูปกระถาง ดังภาพที่ 2

2. การเตรียมตัวประสาน

การเตรียมกาวแป้งเปียก โดยนำแป้งมันสำปะหลังจำนวน 100 กรัม ต่อน้ำ 1,000 มิลลิเมตร มาละลายใน หม้อที่เตรียมไว้ตั้งไฟอ่อนกวนไปเรื่อยๆ จนน้ำเดือด แป้งเปียกจะมีลักษณะ เหนียว และ มีสีใสหลังจากนั้นยกออก จากเตาแล้ววางไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ก่อนที่นำไปเป็นส่วนผสมในการผลิตกระถางต้นไม้

3. การออกแบบอัตราส่วนการผลิตกระถางต้นไม้

การผลิตกระถางต้นไม้จากกากตะกอนปาล์มน้ำมันและก้อนเชื้อเห็ดเก่าวัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ด โดยออกแบบการทดลองเป็น 6 ชุดการทดลอง ที่อัตราส่วนผสมกากตะกอนน้ำมันปาล์ม : ก้อนเชื้อเห็ดเก่าวัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ดในอัตราส่วนผสม ได้แก่ 5 : 0 4 : 1 3 : 2 2 : 3 1 : 4 และ 0 : 5 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ

4. การศึกษาลักษณะทางเคมีของวัตถุดิบก่อนการขึ้นรูป

การศึกษาลักษณะทางเคมีของวัตถุดิบก่อนการขึ้นรูปกระถางต้นไม้ คือ กากตะกอนน้ำมันปาล์มและขี้เลื่อยจากก้อนเชื้อเห็ดเก่าวัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ดโดยทำการศึกษาลักษณะทางเคมีของวัตถุดิบ ดังนี้ ความเป็นกรดด่าง (pH) (AOAC, 2000) ค่าการนำไฟฟ้า (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2548) ค่าปริมาณอินทรียวัตถุ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553) และค่าความชื้น (อาทิตยา, 2557)

5. ขั้นตอนการขึ้นรูปกระถาง

การผลิตกระถางต้นไม้จากกากตะกอนน้ำมันปาล์มและขี้เลื่อยจากก้อนเชื้อเห็ดเก่าวัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ด โดยการนำส่วนผสมตามอัตราส่วนที่ได้ออกแบบไว้ คลุกเคล้าให้เนื้อเข้ากันเป็นหนึ่งเดียว นำไปอัดขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดไฮโดรลิคแรงอัดช่วง 100-150 นิวตัน และดันตัวกระถางต้นไม้ออกจากบล็อก แล้วนำกระถางออกจากบล็อกนำไปตากแดดให้แห้ง ดังภาพที่ 3

ภาพที่ 2 การเตรียมตัวอย่างขี้เลื่อยวัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ด

ภาพที่ 3 กระถางต้นไม้จากกากตะกอนน้ำมันปาล์มและวัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ด

6. การศึกษาคุณสมบัติกระถางต้นไม้จากกากตะกอนน้ำมันปาล์มและวัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ด

การผลิตกระถางต้นไม้จากกากตะกอนน้ำมันปาล์มและก้อนเชื้อเห็ดเก่าวัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ด โดยทำการศึกษาคุณสมบัติของกระถางต้นไม้ดังนี้

6.1 ลักษณะทางกายภาพของกระถางต้นไม้จากกากตะกอนน้ำมันปาล์มและวัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ด โดยศึกษาลักษณะทั่วไปของกระถางต้นไม้ที่แห้ง เช่น รูปร่างจากการสังเกต ขนาดของกระถางต้นไม้โดยวิธีการวัดด้วยเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ และน้ำหนักของกระถางต้นไม้โดยวิธีชั่งน้ำหนัก

6.2 การดูดซับน้ำของกระถางต้นไม้ โดยตัดชิ้นตัวอย่างทดสอบขนาด 5×5 เซนติเมตร ตัดจากด้านบนของกระถางต้นไม้ ชุดการทดลองละ 3 ตัวอย่าง โดยทุกชุดการทดลองทั้งหมด 18 ตัวอย่าง จากนั้นนำตัวอย่างชั่งน้ำหนักก่อนการแช่น้ำ จากนั้นวางชิ้นทดสอบในระนาบเดียวกับระดับผิวน้ำ โดยให้ขอบบนอยู่ใต้ผิวน้ำ ชิ้นทดสอบแต่ละชิ้นควรห่างกันและห่างผนังของภาชนะพอสมควร เมื่อแช่ชิ้นทดสอบครบ 1 ชั่วโมง นำชิ้นตัวอย่างขึ้นจากน้ำ โดยไม่มีการซับน้ำ ทำเช่นนี้ทุกชิ้นตัวอย่าง จากนั้นนำไปชั่งหาน้ำหนักที่แน่นอน ดัดแปลงมาจาก (มาลินี และคณะ, 2553) แล้วหาค่าเฉลี่ยแสดงสูตรดังต่อไปนี้

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

6.3 การทดสอบการพองตัวของกระถางต้นไม้ตามความหนา (มอก. 876-2547) โดยตัดชิ้นตัวอย่างทดสอบขนาด 5 × 5 เซนติเมตร ตัดจากด้านบนของกระถางต้นไม้ ชุดการทดลองละ 3 ตัวอย่าง โดยทุกชุดการทดลองทั้งหมด 18 ตัวอย่าง จากนั้นทำเครื่องหมายตำแหน่งที่วัดความหนา และ วัดความหนาของชิ้นตัวอย่างเป็นความหนาก่อนแช่น้ำ และแช่ชิ้นตัวอย่างในน้ำสะอาดที่อุณหภูมิ 20 ± 2 องศาเซลเซียส เมื่อแช่ชิ้นตัวอย่าง 1 ชั่วโมง รีบนำชิ้นตัวอย่างขึ้นมาซับน้ำที่ผิว

ออกให้หมดด้วยผ้าหมาด แล้วปล่อยไว้ที่อุณหภูมิห้อง โดยวางให้ขอบด้านใดด้านหนึ่งอยู่บนแผ่นวัสดุที่ไม่ดูดซึมน้ำปล่อยชิ้นทดสอบไว้อีก 1 ชั่วโมง นำชิ้นตัวอย่างขึ้นมาวัดความหนาตาม ตำแหน่งเดิม เป็นความหนาหลังแช่น้ำ สูตรดังต่อไปนี้

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

6.4 การวัดความพรุนของกระถางต้นไม้ ซึ่งต้องมาทำการทดลองเพื่อหาความพรุนของกระถางต้นไม้ ดังนี้

6.4.1 การหาความหนาแน่นรวม นำกระถางต้นไม้ที่ตากแห้ง หรืออบเรียบร้อยแล้วนำมาตัดเป็นชิ้นขนาด 5×5 เซนติเมตร ตัดจากด้านบนของกระถางต้นไม้ ชุดการทดลองละ 3 ตัวอย่าง โดยทุกชุดการทดลองทั้งหมด 18 ตัวอย่าง ทำการบันทึกน้ำหนักชิ้นส่วนที่ได้วัดขนาดชิ้นส่วน เพื่อนำมาคำนวณหาปริมาตรของชิ้นส่วนกระถาง และคำนวณหาความหนาแน่นรวมของชิ้นส่วนกระถาง จากสูตรที่ 1

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

6.4.2 การหาความหนาแน่นของวัสดุ ชั่งขวดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร ที่แห้งและสะอาด บันทึกผล (m_1) นำชิ้นตัวอย่างของกระถางต้นไม้ข้างต้นมาบดให้ละเอียดแล้วบรรจุลงในขวดปรับปริมาตร ชั่งน้ำหนักปริมาตรอีกครั้ง บันทึกผล (m_2) เติมน้ำกลั่น 60 มิลลิลิตร ลงในขวดปรับปริมาตร เขย่าให้เข้ากัน นำขวดปรับปริมาตรไปอุ่นในอ่างควบคุมอุณหภูมิ พร้อมกับที่ใช้ที่จับหลอดทดลองจับที่คอขวดปรับปริมาตร เพื่อเขย่าในขณะที่ขวดอุ่น เมื่อไอปรากฏให้อุ่นต่อไปอีก 2-3 วินาที หลังจากนั้นนำขวดปรับปริมาตรไปตั้งไว้ที่อ่างน้ำควำ่บีกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร ลงที่ปากขวดปรับปริมาตร แล้วปล่อยน้ำเย็นให้ไหลเบาๆ ลงที่ก้นบีกเกอร์ จนกระทั่งขวดปรับปริมาตรเย็นลง เติมน้ำลงในขวดปรับปริมาตรจนถึงขีดชอกความจุใช้ผ้าเช็ดขวดปรับปริมาตรให้แห้งแล้วนำไปชั่งอีกครั้ง บันทึกผล (m_3) (สุชาดา, 2539) เทวัสดุในขวดทิ้งทั้งหมด ล้างขวดให้สะอาดแล้วนำไปควำ่ให้แห้งเติมน้ำกลั่นจากบิวเรตลงในขวดปรับปริมาตร ปริมาตรนี้คือความจุของขวดปรับปริมาตร (V_F)

หาน้ำหนักของวัสดุ (m_s) จากสูตรการที่ 2

$$m_s = m_2 - m_3 \quad (2)$$

หาปริมาตรของวัสดุ (V_s) จากสูตรการที่ 3 และ 4

$$V_w = Z - m_2)/(\rho_{\text{อุณหภูมิน้ำที่ทำการทดลอง}}) \quad (3)$$

$$V_s = V_F - V_w \quad (4)$$

โดยที่ V_s = ปริมาตรของวัสดุ (ลูกบาศก์เซนติเมตร)

V_w = ปริมาตรน้ำที่ถูกแทนที่ด้วยวัสดุ (ลูกบาศก์เซนติเมตร)

จากนั้นสามารถคำนวณค่าความหนาแน่นของวัสดุได้ จากสูตรที่ 5

$$\rho_s = (m_s)/(V_s) \quad (5)$$

เมื่อ ρ_s = ความหนาแน่นของวัสดุ (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)

m_s = มวลของวัสดุ (กรัม)

V_s = ปริมาตรของวัสดุ (ลูกบาศก์เซนติเมตร)

6.4.3 การคำนวณหาความพรุน จากสูตรที่ 6

$$\varepsilon = [\,1 - (\rho_b / \rho_s)\times 100\,] \quad (6)$$

เมื่อ ε = ความพรุน

ρ_s = ความหนาแน่นของวัสดุ (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)

ρ_b = ความหนาแน่นของกระถางต้นไม้ (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)

6.5 การทดสอบการเปลี่ยนแปลงของการเสื่อมทางชีวภาพกระถาง โดยทำการทดลองปลูกต้นดาวเรืองกับกระถางต้นไม้จากกากตะกอนน้ำมันปาล์มและก้อนเชื้อเห็ดเก่าวัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ดเพื่อสังเกตลักษณะการเปลี่ยนแปลงของการเสื่อมทางชีวภาพกระถาง โดยทำการรดน้ำปริมาณ 150 มิลลิลิตร ต่อใบ วันละ 1 ครั้ง ในช่วงเช้า ทำการเก็บข้อมูลเป็นระยะเวลา 30 วัน เพื่อเปรียบเทียบการเสื่อมทางชีวภาพของกระถาง

7. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ลักษณะทางเคมีของวัตถุดิบ ได้แก่ ความเป็นกรดด่าง ค่าการนำไฟฟ้า ค่าความชื้น และอินทรียวัตถุ หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สำหรับการวิเคราะห์คุณสมบัติของกระถางต้นไม้จากกากตะกอนน้ำมันปาล์มและวัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ด ได้แก่ การดูดซับน้ำของกระถาง การพองตัวของกระถาง ค่าความพรุนของกระถาง และการทดสอบเปลี่ยนแปลงของการเสื่อมทางชีวภาพของกระถางต้นไม้ โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และมีการทดสอบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแต่ละชนิดด้วยวิธี Duacan's New Multiple Rang Test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เพื่อศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติกระถางต้นไม้จากกากตะกอนปาล์มน้ำมันและวัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ด

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

กระถางต้นไม้จากกากตะกอนน้ำมันปาล์มและก้อนเชื้อเห็ดเก่าวัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ด โดยทำการทดลอง 6 ชุดการทดลองในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ในอัตราส่วนผสมกากตะกอนน้ำมันปาล์ม : ก้อนเชื้อเห็ดเก่าวัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ด ที่ 5 : 0 4 :1 3 : 2 2 : 3 1 : 4 และ 0 : 5 โดยใช้กาวแป้งเปียกเป็นตัวประสาน ซึ่งทำการศึกษาคุณสมบัติของวัตถุดิบ และคุณสมบัติของกระถางต้นไม้ ผลการวิเคราะห์ดังนี้

1. ลักษณะทางเคมีของวัตถุดิบ

ผลการวิเคราะห์ลักษณะทางเคมีของวัตถุดิบ พบว่า กากตะกอนน้ำมันปาล์มน้ำมัน มีค่าความเป็นกรดด่าง (pH) 5.93 ± 0.01 ค่าการนำไฟฟ้า 3.90 ± 0.41 ไมโครซีเมนต่อเซนติเมตร ค่าความชื้น 0.35 ± 0.25 เปอร์เซ็นต์ และอินทรียวัตถุ 74.43 ± 11.27 เปอร์เซ็นต์ สำหรับก้อนเชื้อเห็ดเก่าวัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ด มีค่าความเป็นกรดด่าง (pH) 9.47 ± 0.02 ค่าการนำไฟฟ้า 1.36 ± 0.01 ไมโครซีเมนต่อเซนติเมตร ค่าความชื้น 1.15 ± 0.71 เปอร์เซ็นต์ และอินทรียวัตถุ 0.93 ± 0.01 เปอร์เซ็นต์ รายละเอียด ดังตารางที่ 1

จากตารางที่ 1 พบว่า กากตะกอนน้ำมันปาล์มและก้อนเชื้อเห็ดเก่าวัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ด มีค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ค่าการนำไฟฟ้า ค่าความชื้น และค่าอินทรียวัตถุที่เหมาะสม สำหรับการปลูกพืชได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของสุชาดา (2539) พบว่าขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ด มีสมบัติทางกายภาพและทางเคมีเหมาะสมในการใช้เป็นวัสดุปลูกไม่แตกต่างจากวัสดุปลูกผสมมากนัก ซึ่งมีค่าความเป็นกรด 8.89 และค่าการนำไฟฟ้า 9.40 ไมโครซีเมนต่อเซนติเมตร พรฤดี และคณะ (2552) ทำการศึกษาสมบัติทางกายภาพและทางเคมี

กากตะกอนน้ำมันปาล์มปริมาณความชื้น ไขมัน อินทรียวัตถุ อัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจน ความเป็นกรดเป็นด่าง การนำไฟฟ้า รวมถึงปริมาณธาตุอาหารที่จำเป็นต่อพืช เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม เป็นต้น พบว่ากากตะกอนน้ำมันปาล์มมีปริมาณธาตุอาหารที่จำเป็นต่อพืชที่เหมาะสม ดังนั้นกากตะกอนน้ำมันปาล์มและก้อนเชื้อเห็ดเก่าวัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ด จึงมีศักยภาพสำหรับใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตบรรจุภัณฑ์กระถางต้นไม้และพืชสามารถเจริญเติบโตได้

ตารางที่ 1 ลักษณะทางเคมีของวัตถุดิบ

วัตถุดิบ	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคุณสมบัติของวัตถุดิบ			
	ค่าความเป็นกรดด่าง (pH)	ค่าการนำไฟฟ้า (ไมโครซีเมนต่อเซนติเมตร)	ค่าความชื้น (เปอร์เซ็นต์)	ค่าอินทรียวัตถุ (เปอร์เซ็นต์)
กากตะกอนปาล์มน้ำมัน	5.93 ± 0.01	3.90 ± 0.41	0.35 ± 0.25	74.43 ± 11.27
วัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ด	9.47 ± 0.02	1.36 ± 0.01	1.15 ± 0.71	0.93 ± 0.01

2. ลักษณะทางกายภาพกระถางต้นไม้จากกากตะกอนน้ำมันปาล์มและวัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ด

ผลการวิเคราะห์พบว่า การผลิตกระถางต้นไม้จากกากตะกอนน้ำมันปาล์มและก้อนเชื้อเห็ดเก่าวัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ด ชุดการทดลองที่ 1 มีน้ำหนักเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 479.33 ± 5.86 กรัม รองลงมาชุดการทดลองที่ 2, 3, 4, 5 และ 6 เท่ากับ 472.33 ± 1.02 443.00 ± 2.00 437.00 ± 2.00 409.67 ± 7.64 และ 379.67 ± 4.51 กรัม ตามลำดับ กระถางสามารถขึ้นรูปได้ทุกชุดการทดลอง รายละเอียดดังตารางที่ 2

จากตารางที่ 2 พบว่าเมื่อพิจารณาลักษณะทางกายภาพของกระถางต้นไม้จากกากตะกอนน้ำมันปาล์มและก้อนเชื้อเห็ดเก่าวัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ด ชุดการทดลองที่ 1 ที่มีอัตราส่วนผสมของกากตะกอนน้ำมันปาล์มเพียงอย่างเดียว กระถางสามารถขึ้นรูปได้ดี กระถางแข็งแรง ผิวเรียบเนียน เนื่องมาจากกากตะกอนน้ำมันปาล์มมีลักษณะเป็นผงละเอียด เมื่อนำมาผสมกับกาวแป้งเปียกทำให้ยึดเกาะกันแน่นกับตัวประสาน เมื่อนำไปอัดขึ้นรูปทำให้ได้กระถางมีความแข็งแรง ทน และมีน้ำหนักมากที่สุด รองลงมาชุดการทดลองที่ 2 3 4 5 และ 6 ตามลำดับ

3. คุณสมบัติกระถางต้นไม้จากกากตะกอนน้ำมันปาล์มและวัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ด

3.1 การดูดซับน้ำของกระถาง

ผลการวิเคราะห์ค่าการดูดซับน้ำของกระถางต้นไม้จากกากตะกอนน้ำมันปาล์มและก้อนเชื้อเห็ดเก่าวัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ด พบว่าชุดการทดลองที่ 6 มีค่าการดูดซับน้ำมากที่สุด 94.59 ± 17.17 เปอร์เซ็นต์ มากที่สุด รองลงมาชุดการทดลองที่ 5 4 3 2 และ 1 ตามลำดับ มีค่าเท่ากับ 91.18 ± 1.33 88.67 ± 3.73 83.71 ± 4.02 77.80 ± 4.05 และ 72.62 ± 3.41 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ รายละเอียดดังตารางที่ 3

ตารางที่ 2 ลักษณะทางกายภาพของกระถางต้นไม้จากกากตะกอนน้ำมันปาล์มและวัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ด

ชุดการทดลอง	กากตะกอนน้ำมันปาล์ม:วัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ด	ลักษณะทางกายภาพ		
		ค่าเฉลี่ยน้ำหนัก (กรัม)	ลักษณะรูปร่างกระถาง	
1	5 : 0	479.33 ± 5.86	- สามารถขึ้นรูปได้ดี - มีความทนทาน - ผิวเรียบเนียน สีดำ	
2	4 : 1	472.33 ± 1.02	- สามารถขึ้นรูปได้ - มีรอยร้าวด้านนอกผิวขรุขระ - สีน้ำตาลผสมดำ	
3	3 : 2	443.00 ± 2.00	- สามารถขึ้นรูปได้ - มีรอยร้าวนอกกระถาง - ผิวขรุขระสีน้ำตาลผสมดำ	
4	2 : 3	437.00 ± 2.00	- สามารถขึ้นรูปได้มีรอยร้าว - รอบกระถางเป็นส่วนน้อย - ผิวขรุขระ สีน้ำตาลผสมดำ	
5	1 : 4	409.67 ± 7.64	- สามารถขึ้นรูปได้ดี - บางส่วนตรงท้ายกระถาง - ผิวขรุขระสีน้ำตาลผสมดำ	
6	0 : 5	379.67 ± 4.51	- สามารถขึ้นรูปได้มีรอยร้าวรอบๆ กระถาง - เกิดการพองตัวและแตกตัวง่าย - ผิวขรุขระ สีน้ำตาล	

ตารางที่ 3 ค่าการดูดซับน้ำของกระถางต้นไม้จากกากตะกอนน้ำมันปาล์มและวัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ด

ชุดการทดลอง	อัตราส่วนกากตะกอนน้ำมันปาล์ม : วัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ด	ค่าการดูดซับน้ำ** (เปอร์เซ็นต์)
1	5 : 0	72.62 ± 6.41
2	4 : 1	77.80 ± 4.05
3	3 : 2	83.71 ± 4.02
4	2 : 3	88.67 ± 3.73
5	1 : 4	91.18 ± 1.33
6	0 : 5	94.59 ± 1.17

หมายเหตุ: ** ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 3 พบว่าการดูดซับน้ำของกระถางต้นไม้จากกากตะกอนน้ำมันปาล์มและก้อนเชื้อเห็ดเก่าวัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ดมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นตามปริมาณอัตราส่วนผสมของก้อนเชื้อเห็ดเก่าวัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ด ซึ่งมีแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยชุดการทดลองที่ 6 ที่ใช้อัตราส่วนผสมของก้อนเชื้อเห็ดเก่าวัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ดเพียงอย่างเดียวมีค่าการดูดซับน้ำมากที่สุด รองลงมาชุดการทดลองที่ 5, 4, 3, 2 และ 1 ตามลำดับ เนื่องมาจากก้อนเชื้อเห็ดเก่าวัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ดมีคุณสมบัติดูดซับน้ำ ทำให้กระถางต้นไม้มีค่าการดูดซับน้ำสูงตามปริมาณอัตราส่วนผสมของก้อนเชื้อเห็ดเก่าวัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ดที่การเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของพรฤดี (2552) แต่ในทางตรงกันข้ามชุดการทดลองที่ 1 ที่มีอัตราส่วนผสมกากตะกอนน้ำมันปาล์มเพียงอย่างเดียว เนื่องจากลักษณะโครงสร้างของกระถางมีความแข็งแรง แน่น ทำให้มีความสามารถในการดูดซับน้ำได้น้อยลง แต่หากมีการผสมก้อนเชื้อเห็ดเก่าวัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ดในการผลิตกระถางจะทำให้กระถางมีค่าการดูดซับน้ำเพิ่มขึ้น ซึ่งในการดูดซับน้ำของกระถางในปริมาณที่มาก จะมีผลต่อการกักเก็บน้ำ ทำให้ประหยัดน้ำที่ใช้ในการรดน้ำของกระถางต้นไม้

3.2 การพองตัวของกระถางต้นไม้

ผลการวิเคราะห์ค่าการดูดซับน้ำของกระถางต้นไม้จากกากตะกอนน้ำมันปาล์มและก้อนเชื้อเห็ดเก่าวัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ด พบว่า ชุดการทดลองที่ 6 ค่าการพองตัวมากที่สุด 95.32 ± 35.54 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาชุดการทดลองที่ 5, 4, 3, 2 และ 1 ตามลำดับ มีค่าเท่ากับ 91.67 ± 1.11 89.62 ± 1.19 81.00 ± 2.73 79.92 ± 3.04 และ 66.33±2.34 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ รายละเอียดดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การพองตัวของกระถางต้นไม้จากกากตะกอนน้ำมันปาล์มและวัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ด

ชุดการทดลอง	อัตราส่วนกากตะกอนน้ำมันปาล์ม : วัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ด	ค่าการพองตัว** (เปอร์เซ็นต์)
1	5 : 0	66.33 ± 2.34
2	4 : 1	79.92 ± 3.04
3	3 : 2	81.00 ± 2.73
4	2 : 3	89.62 ± 1.19
5	1 : 4	91.67 ± 1.11
6	0 : 5	95.32 ± 3.54

หมายเหตุ: ** ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 4 พบว่าการพองตัวของกระถางต้นไม้จากกากตะกอนน้ำมันปาล์มและก้อนเชื้อเห็ดเก่าวัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ดมีค่าการพองตัวเพิ่มมากขึ้นตามปริมาณการใช้อัตราส่วนผสมก้อนเชื้อเห็ดเก่าวัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ด ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยชุดการทดลองที่ 6 มีค่าการพองตัวที่สูงกว่าอัตราส่วนอื่นๆ เนื่องจากมีปริมาณก้อนเชื้อเห็ดเก่าวัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ดมากจึงส่งผลต่อการพองตัวของกระถางต้นไม้ ทำให้เกิดช่องว่าง ทำให้น้ำแทรกเข้าไปอยู่ในชิ้นส่วนของกระถางได้มาก เกิดการดันตัวของวัตถุดิบออกมามากทำให้เกิดการพองตัวมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ พรเทพ และ วรินทร์ (2554) การพัฒนากระถางต้นไม้จากขี้เลื่อย พบว่ากระถางที่นำมาทดสอบมีปริมาณของช่องว่างวัสดุมากทำให้น้ำแทรกเข้าไปในวัสดุที่อยู่ในเนื้อชิ้นส่วนวัสดุได้มาก ทำให้น้ำเกิดการดันตัวของชิ้นส่วนวัสดุออกมามากทำให้เกิดการพองตัวได้มาก

3.3 ค่าความพรุนของกระถางต้นไม้

ผลการวิเคราะห์ค่าความพรุนของกระถางต้นไม้จากกากตะกอนน้ำมันปาล์มและก้อนเชื้อเห็ดเก่าวัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ด พบว่าชุดการทดลองที่ 6 มีค่าความพรุนมากที่สุด เท่ากับ 85.33 ± 3.51 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาชุดการทดลองที่ 5, 4, 3, 2 และ 1 ตามลำดับ มีค่าเท่ากับ 79.00 ± 4.00 75.00 ± 1.73 70.00 ± 0.05 66.00 ± 1.73 และ 65.67 ± 4.16 ตามลำดับแสดงรายละเอียดดังตารางที่ 5

จากตารางที่ 5 พบว่าค่าความพรุนของกระถางต้นไม้จากกากตะกอนน้ำมันปาล์มและก้อนเชื้อเห็ดเก่าวัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ด มีค่าความพรุนเพิ่มมากขึ้น ตามปริมาณการใช้อัตราส่วนผสมก้อนเชื้อเห็ดเก่าวัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ด ซึ่งมีแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เนื่องมาจากอัตราส่วนผสมของก้อนเชื้อเห็ดเก่าวัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ดทำให้เกิดช่องว่างเกิดขึ้น ทำให้น้ำแทรกเข้าไปในวัสดุที่อยู่ในเนื้อชิ้นส่วนวัสดุได้มาก ทำให้น้ำเกิดการดันตัวของชิ้นส่วนวัสดุออกมามากทำให้เกิดการพรุนได้มากขึ้น

ตารางที่ 5 ค่าความพรุนของกระถางต้นไม้จากกากตะกอนน้ำมันปาล์มและวัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ด

ชุดการทดลอง	อัตราส่วนกากตะกอนน้ำมันปาล์ม : วัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ด	ค่าความพรุน** (เปอร์เซ็นต์)
1	5 : 0	65.67 ± 4.16
2	4 : 1	66.00 ± 1.73
3	3 : 2	70.00 ± 0.05
4	2 : 3	75.00 ± 1.73
5	1 : 4	79.00 ± 3.25
6	0 : 5	85.33 ± 3.51

หมายเหตุ: ** ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3.4 การเสื่อมสภาพของกระถางต้นไม้จากกากตะกอนน้ำมันปาล์มและวัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ด

ผลการวิเคราะห์การเสื่อมสภาพของกระถางต้นไม้ โดยทำการทดสอบการเสื่อมสภาพของกระถางต้นไม้จากกากตะกอนน้ำมันปาล์มและก้อนเชื้อเห็ดเก่าวัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ด ได้ทำการปลูกดาวเรืองแล้วรดน้ำในแต่ละวันในปริมาณ 150 มิลลิลิตรต่อใบ พบว่าการเสื่อมสภาพของกระถางต้นไม้ จากการเก็บข้อมูลระยะเวลา 30 วัน กระถางต้นไม้ทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มการเสื่อมสภาพตามระยะเวลา แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 6

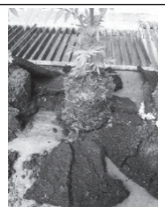
จากตารางที่ 6 พบว่าการเสื่อมสภาพของกระถางต้นไม้ ทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มการเสื่อมสภาพตามระยะเวลา เมื่อพิจารณาลักษณะการเสื่อมสภาพของกระถางต้นไม้ มีการพองตัวและแตกเป็นชิ้น และเมื่อระยะเวลา 30 วัน กระถางต้นไม้จากการปลูกต้นดาวเรือง มีแนวโน้มการแตกตัวเกิดขึ้น แต่อย่างไรก็ตามชุดการทดลอง 5 กระถางต้นไม้มีการแตกตัวแต่ยังคงสภาพกระถาง สอดคล้องกับงานวิจัยของพรฤดี (2552) การพัฒนาบรรจุภัณฑ์กระถางจากกากตะกอนน้ำมันปาล์ม และกากตะกอนเยื่อกระดาษจากบ่อบำบัดน้ำเสียสำหรับกล้าไม้ การเสื่อมสภาพกระถางจะเพิ่มมากขึ้น เมื่อระยะเวลาการย่อยสลายนานขึ้น

สรุป

การผลิตกระถางต้นไม้จากกากตะกอนน้ำมันปาล์มและวัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ด เป็นการนำกากตะกอนน้ำมันปาล์มและก้อนเชื้อเห็ดเก่านำมาการสร้างมูลค่าเพิ่มเพื่อผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยทำการศึกษาทั้งหมด 6 ชุดการทดลอง โดยใช้วัสดุประสานกาวแป้งเปียกในอัตราส่วนผสมกากตะกอนน้ำมันปาล์ม : วัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ด ได้แก่ 5 : 0 4 : 1 3 : 2 2 : 3 1 : 4 และ 0 : 5 โดยน้ำหนัก นำไปขึ้นรูปกระถางด้วยเครื่องอัดไฮโดรลิก ช่วง 100-150 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ศึกษาลักษณะทางเคมีของวัตถุดิบ และคุณสมบัติของกระถางต้นไม้ ค่าการดูดซับน้ำ ค่าการพองตัว ค่าความพรุน และการเสื่อมสภาพของกระถางต้นไม้ พบว่า กระถางต้นไม้ที่ผลิตจากกากตะกอน

น้ำมันปาล์มและวัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ดสามารถขึ้นรูปได้ทุกชุดการทดลอง เมื่อพิจารณาลักษณะทางเคมีของวัตถุดิบ มีความเหมาะสมในการเติบโตของพืชได้ สำหรับคุณสมบัติของกระถางต้นไม้ พบว่าชุดการทดลองที่ 5 ที่อัตราส่วนผสม กากตะกอนน้ำมันปาล์ม : วัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ด 1 : 4 มีคุณสมบัติเหมาะสมเนื่องจากกระถางต้นไม้สามารถขึ้นรูปได้ดี และมีค่าการดูดซับน้ำ 91.18 ± 1.33 เปอร์เซ็นต์ ค่าการพองตัว 91.67 ± 1.11 เปอร์เซ็นต์ ค่าความพรุน 79.00 ± 3.25 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากกระถางมีความสามารถในการดูดซับน้ำได้ดี ทำให้ประหยัดน้ำที่ใช้ในการรดน้ำของกระถางต้นไม้ และการเสื่อมสภาพของกระถางต้นไม้ย่อยสลายได้ช้าที่สุด

ตารางที่ 6 การเสื่อมสภาพของกระถางต้นไม้จากกากตะกอนน้ำมันปาล์มและวัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ด

ชุดการทดลอง	อัตราส่วนกากตะกอนน้ำมันปาล์ม : วัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ด	ระยะเวลาการเสื่อมสภาพของกระถาง		
		เริ่มต้น	วันที่ 15	วันที่ 30
1	5 : 0			
2	4 : 1			
3	3 : 2			
4	2 : 3			

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ชุดการทดลอง	อัตราส่วนกากตะกอนน้ำมันปาล์ม : วัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ด	ระยะเวลาการเสื่อมสภาพของกระถาง		
		เริ่มต้น	วันที่ 15	วันที่ 30
5	1 : 4			
6	0 : 5			

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย สำหรับทุนสนับสนุนงานวิจัย ขอขอบคุณสาขาสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง ในการเอื้อเฟื้ออุปกรณ์และสถานที่ในการทำวิจัย ขอขอบคุณบริษัท ล่ำสูง (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) ที่ได้อนุเคราะห์กากตะกอนน้ำมันปาล์ม ขอขอบคุณฟาร์มเห็ดสิเกา ที่ให้ความอนุเคราะห์วัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ดในการศึกษาวิจัย และขอขอบคุณศูนย์วิทยบริการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จังหวัดกระบี่ ในการอนุเคราะห์สถานที่และเครื่องอัดกระถางไฮโดรลิคในการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. 2553. **กระบวนการวิเคราะห์ตรวจสอบดินทางเคมี.** คู่มือการปฏิบัติงาน. แหล่งที่มา: http://WWW.ldd.go.th/pmpa/2553/manual/osd-03.pdf, 3 มกราคม 2560.

กรมวิชาการเกษตร. 2555. **ถุงก้อนเชื้อเห็ดเก่ามีประโยชน์หรือมีโทษ.** ข่าวเกษตรอุดรธานี. แหล่งที่มา: http://www.wangsammo.udonthani.doae.go.th/km%2001%2055.pdf, 3 มกราคม 2560.

พรฤดี สงวนสุข, เลอพงศ์ จารุพันธ์ และ ชัยสิทธิ์ ทองจู. 2552. องค์ประกอบทางเคมีและธาตุอาหารพืชในกากตะกอนน้ำมันปาล์มและจากบ่อบำบัดน้ำเสียที่ใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม, น. 28-34. *ใน* **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์**

ครั้งที่ 47. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ

พรฤดี สงวนสุข. 2552. การพัฒนาบรรจุภัณฑ์กระถางจากกากตะกอนน้ำมันปาล์ม และกากตะกอนเยื่อกระดาษจากบ่อบำบัดน้ำเสียสำหรับกล้าไม้. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พรเทพ แก้วเชื้อ และ วรินทร์ เกียรตินุกูล. 2554. โครงการพัฒนากระถางต้นไม้จากขี้เลื่อย, *ใน* **การประชุมวิชาการด้านการวิจัยดำเนินงานแห่งชาติ.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

มาลินี ชัยศุภกิจสินธ์, ทิพย์รัตน์ พิฑูรทัศน์, พนิดา พุทธชาดสมบัติ และ รัชมาลิณี สุเริงฤทธิ์. 2553. สมบัติของแผ่นใยไม้อัดจากใยมะพร้าวกับโฟมพอลิสไตรีนผสมสารหน่วงไฟ. **วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา** 15 (2): 57-66.

เลอพงศ์ จารุพันธ์ และ พรฤดี สงวนสุข. 2553. **บรรจุภัณฑ์กระถางจากกากตะกอนน้ำมันปาล์มและกากตะกอนบ่อบำบัดน้ำเสีย.** เอกสารเผยแพร่นิทรรศการงานวิจัยบนเส้นทางงานวิจัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุชาดา จิตรภิรมย์ศรี. 2539. การใช้ประโยชน์ขี้เลื่อยเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ดสำหรับเป็นวัสดุปลูกไม้กระถาง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยมหิดล.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2548. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมปุ๋ยมอก. 75-2548.** ประกาศอุตสาหกรรมฉบับที่ 3327. แหล่งที่มา: http://WWW.ratchakitcha.soc.go.th/data/pdf/2548/00166837.pdf, 1 มกราคม 2560.

อาทิตยา กาญจนะ. 2557. การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้กากใบชาจากอุตสาหกรรมเครื่องดื่มทดแทนการใช้ชิ้นไม้สับในการผลิตแผ่นปาร์ติเกิล. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

AOAC. 2000. **Official Methods of Analysis, (17th) ed.** AOAC International, Gaithersburg, MD, Maryland, USA.

หมายเหตุ: บทความนี้มาจากงานประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 10 ปี พ.ศ. 2561