

การศึกษาความเป็นไปได้ในการขึ้นรูปวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรด้วยเส้นใยจากเห็ด

Feasibility Study of Agricultural Wastes Forming by Mushroom Mycelium

เจษฎาบัณฑิต แก้วมณี¹⁾ ชาญณรงค์ อัสวาทศานุภาพ²⁾ และ มาลี สันติคุณากรณ์^{1),*}

Chedsadabandit Kaewmanee¹⁾ Channarong Asavatesanupap²⁾ and Malee Santikunaporn^{1),*}

¹⁾สาขาเทคโนโลยีการจัดการพลังงานและสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมเคมี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ จังหวัดปทุมธานี 12120

²⁾ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ จังหวัดปทุมธานี 12120

บทคัดย่อ

แกลบและขุยมะพร้าวเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่มีจำนวนมากและพบเห็นได้ทั่วไป กากขี้แ่งคือของเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้น ปัจจุบันมีการนำวัสดุเหลือทิ้งดังกล่าวกลับมาใช้ประโยชน์เพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม สำหรับงานวิจัยนี้ได้นำแกลบและขุยมะพร้าวมาขึ้นรูปด้วยเชื้อเห็ดนางฟ้า พร้อมทั้งเติมกากขี้แ่งซึ่งมีสารอาหารพวกฟอสฟอรัส ไนโตรเจนและแมกนีเซียมเพื่อให้เหมาะกับการนำไปประยุกต์ใช้เป็นภาชนะเพาะปลูก ตัวอย่างที่ศึกษาคือ อัตราส่วนโดยมวลของวัสดุหลักต่อกากขี้แ่งต่อเชื้อเห็ดที่แตกต่างกัน 4 ค่า ซึ่งคือ 50:0:50 50:10:40 50:20:30 และ 50:30:20 ชิ้นงานที่ได้ถูกประเมินความชื้น ความสามารถในการอุ้มน้ำ และความคงทน นอกจากนี้ยังทำการประเมินผลในรูปแบบการนำไปใช้งาน เช่น ผลต่อการเติบโตของพืช และการเปลี่ยนแปลงของชิ้นงาน เมื่อทิ้งไว้ในสภาวะแวดล้อมตามธรรมชาติ ผลการศึกษาพบว่า ชิ้นงานที่เตรียมจากขุยมะพร้าวมีค่าความชื้นเฉลี่ย อยู่ในช่วง 45-57% ความสามารถในการอุ้มน้ำอยู่ในช่วง 85-221% และการคงรูปดีกว่าชิ้นงานที่เตรียมจากแกลบ เมื่อเพิ่มปริมาณเชื้อเห็ดส่งผลให้การคงรูปของชิ้นงานสูงขึ้น กากขี้แ่งไม่มีผลต่อการเติบโตของถั่วงอก และไม่มีเชื้อราเกิดขึ้นเมื่อชิ้นงานถูกนำไปใช้งาน ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า การขึ้นรูปขุยมะพร้าวหรือแกลบด้วยเชื้อเห็ดสามารถนำมาใช้เป็นภาชนะเพาะปลูกได้โดยวัสดุดังกล่าวสามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ

Abstract

Rice husk and coconut coir fiber are agricultural wastes which are abundant in nature. Latex waste sludge are waste from the production of concentrated latex. Currently, these wastes are being recycled to reduce the adverse environmental impact. The aim of this study is to investigate the feasibility of using the mixture of rice husk or coconut coir fiber combined with mushroom mycelium as an alternative material to make agricultural products such as planting containers. The waste latex sludge containing nutrients of phosphorus, nitrogen and magnesium is added in the mixture to be suitable for application as planting containers. The specimens are made at 4 various ratios of the mass of the material to the latex waste sludge to the mushroom (50:0:50, 50:10:40, 50:20:30 and 50:30:20). The moisture content, water holding capacity, and stability of specimens are examined. In addition, the evaluation is conducted in the form of implementation such as plant growth result and change in specimen when left in the natural environment. The study result found that the prepared specimen from coconut coir fiber has better average moisture content values ranging from 45-57%, water holding capacity values ranging from 85-221%, and shape formulation than specimen prepared

from rice husk. When increasing the amount of mushroom resulted in higher specimen stability. Latex waste sludge does not affect bean sprouts growth, and no mold occurs when the specimen is used. In conclusion, the forming coconut coir fiber or rice husk by mushroom mycelium can be used as a planting container which such materials can decompose naturally.

Keyword: Agricultural materials, Mushroom, Waste latex sludge, Moisture Content

1. บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมกึ่งอุตสาหกรรม มีอุตสาหกรรมแปรรูปต่างๆ เช่น การผลิตแอลกอฮอล์จากมันสำปะหลัง เครื่องเฟอร์นิเจอร์จากต้นยางพารา ทำให้เกิดอุตสาหกรรมต่อเนื่องหลายชนิด วัสดุเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมถูกแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ 1) ของเหลือทิ้งที่เป็นวัสดุเกษตร เช่น ชังข้าวโพด ยอดอ้อย ฟางข้าว เปลือกผลไม้ เป็นต้น และ 2) ของเหลือจากอุตสาหกรรม โรงงานในประเทศไทยเป็นโรงงานที่ใช้วัตถุดิบจากภาคการเกษตรในการผลิตเพื่อแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ เช่น โรงงานผลิตสุราและแอลกอฮอล์ โรงงานผลิตอาหาร เป็นต้น ดังนั้นจึงมีของเสียปล่อยทิ้งซึ่งอยู่ในรูปของแข็งและของเหลวจากวัตถุดิบเกษตร ของเสียเหล่านี้ยังมีปริมาณสารอินทรีย์อยู่มากและก่อให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมตามมา [1] นอกจากนี้กรรมวิธีขบวนการและคณะ [2] กล่าวว่าประเทศไทยส่งออกน้ำยางข้นสู่ตลาดโลกเป็นอันดับ 1 กระบวนการผลิตน้ำยางข้นต้องตกตะกอนแมกนีเซียมออกจากน้ำยางธรรมชาติ ทำให้เกิดของเหลือทิ้งเรียกว่า “กากจีแบริ่ง” ประมาณ 8 ล้านตันต่อปี กากจีแบริ่งจึงเป็นของทิ้งจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้น ที่ก่อให้เกิดปัญหาเรื่องกลิ่น ปัญหามลพิษด้านต่างๆ ดังนั้นหากไม่มีวิธีการจัดการของเสียจากอุตสาหกรรมเกษตร และวัสดุเหลือใช้จากการเกษตรที่ถูกต้องแล้วย่อมส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของมนุษย์ อีกทั้งอาจจะมีปัญหาอื่นๆ ตามมาอีกมากมาย

เนื่องด้วยของเสียจากอุตสาหกรรมเกษตรและวัสดุเหลือใช้จากการเกษตรบางประเภทยังมีคุณค่าทางเศรษฐกิจอยู่ หากจะนำของเสียดังกล่าวกลับมาใช้ประโยชน์จำเป็นต้องพิจารณาอย่างเป็นระบบ มีวิธีการขั้นตอนการจัดการที่ถูกต้อง สุรพิชญ [3] พัฒนาสารที่มีชื่อว่า GRASS 3 โดยการแยกเอาเนื้อเยื่อออกจากกากจีแบริ่งได้ 20-30% และแยกเอาสารอินทรีย์ได้ 60-70% โดยพบว่าสามารถลดมลพิษซึ่งเกิดจากตะกอนของกากจีแบริ่งได้ ส่วนสารอินทรีย์ มีฟอสฟอรัส โพแทสเซียมและไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบสามารถนำไปใช้เป็นปุ๋ย และปรับปรุงเพื่อผลิตเป็นเซรามิกส์ ขณะที่คูลยาและคณะ [4] ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์อิฐดินเผาหน้าหนักเบาจากกากจีแบริ่งยางพาราเชิงพาณิชย์ พบว่าความหนาแน่นของอิฐดินเผาที่มีกากจีแบริ่งเป็นส่วนผสมในอัตราส่วนที่เพิ่มขึ้นจะมีค่าลดลง และค่าการดูดซึมน้ำของอิฐเพิ่มขึ้น เมื่อปริมาณกากจีแบริ่งเพิ่มขึ้น

การพัฒนาวัสดุทางการเกษตรเหลือใช้เพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนยังเป็นประเด็นที่ได้รับความสนใจอย่างมาก ธัญชัย และคณะ [5] นำแผ่นกันความร้อนที่ทำจากต้นมันสำปะหลังซึ่งมีความหนาแน่น 800 kg/m³ หนา 10 mm มาใช้ทำผนังภายในอาคารแทนไม้อัด และพบว่าสามารถช่วยลดความร้อนเข้าสู่อาคารได้ดีกว่าไม้อัด 3.03 องศาเซลเซียส อีกทั้งยังมีต้นทุนถูกกว่า Xiao-yan Zhou และคณะ [6] ศึกษาวัสดุฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยก้านฝ้ายซึ่งมีความหนาแน่นที่ 150–450 kg/m³ และมีค่า

การนำความร้อนอยู่ระหว่าง 0.0585-0.0815 W/m·K ซึ่งเทียบเท่ากับฉนวนกันความร้อนที่ได้จากวัสดุอื่น

จากผลกระทบที่เกิดต่อสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะภาคเกษตรกรรมซึ่งการปลูกต้นกล้า จำเป็นต้องใช้ถุงพลาสติกจำนวนมากเป็นภาระ ดังนั้นหากสามารถเปลี่ยนเป็นวัสดุทางธรรมชาติที่สามารถย่อยสลายได้เอง จะช่วยลดปัญหาดังกล่าวได้

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงศึกษาการนำวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตรมาศึกษาคุณสมบัติต่างๆ เพื่อพัฒนาเป็นชิ้นงาน (ภาชนะเพาะปลูก) ด้วยเส้นใยจากเห็ด แกลบและขุยมะพร้าวเป็นวัตถุดิบหลัก นอกจากนี้มีการนำกากขี้เถ้าซึ่งยังมีแร่ธาตุที่เป็นประโยชน์ต่อการเพาะปลูกมาใช้ร่วมด้วย นอกจากภาชนะเพาะปลูกแล้ว ชิ้นงานดังกล่าวยังสามารถพัฒนาต่อยอดเพื่อใช้ทดแทนผลิตภัณฑ์อื่นได้โดยคุณสมบัติเด่นของชิ้นงานคือสามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ

2. วัตถุดิบและวิธีการ

2.1 วัตถุดิบ

วัตถุดิบหลักที่ใช้คือ แกลบและขุยมะพร้าวซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร กากขี้เถ้าซึ่งเป็นของเหลือทิ้งจากโรงงานน้ำยางพาราชั้น จ.ยะลา โดยใช้เชื้อเห็ดนางฟ้า (ชื่อสามัญ: Sarjor-caju Mushroom และชื่อวิทยาศาสตร์: Pleurotus sajor-caju (Fr.) Sing.) ซึ่งเป็นตัวประสานในการขึ้นรูปชิ้นงาน ดังแสดงในรูปที่ 1

2.2 วิธีการ

2.2.1 การขึ้นรูปชิ้นงาน

แกลบ ขุยมะพร้าวและกากขี้เถ้าถูกนำมาตากแดดให้แห้งก่อนนำไปใช้งาน หลังจากนั้นนำกากขี้เถ้ามาบดด้วยเครื่องบดให้ละเอียดก่อนการผสมตามอัตราส่วนโดยมวลที่ต้องการ ดังแสดงในตารางที่ 1



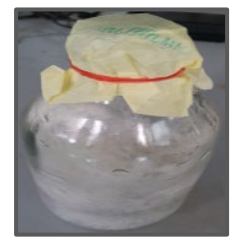
(ก) แกลบ



(ข) ขุยมะพร้าว



(ค) กากขี้เถ้า



(ง) เชื้อเห็ด

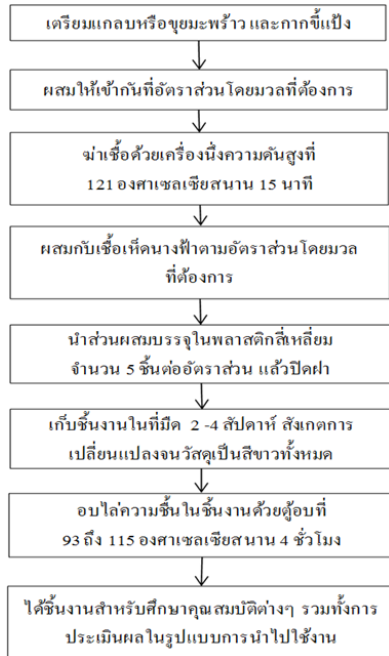
รูปที่ 1 วัตถุดิบ

ตารางที่ 1 อัตราส่วนโดยมวลของวัตถุดิบในการเตรียมชิ้นงาน

อัตราส่วน ที่	แกลบ ขุยมะพร้าว	กากขี้เถ้า	เชื้อเห็ด
1	50	0	50
2	50	10	40
3	50	20	30
4	50	30	20

นำส่วนผสมดังกล่าวไปฆ่าเชื้อด้วยเครื่องนึ่งความดันสูงที่ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที จากนั้นนำมาเติมเชื้อเห็ดนางฟ้าตามอัตราส่วนโดยมวลที่แตกต่างกัน 4 ค่า แล้วนำไปขึ้นรูปในภาชนะรูปทรงต่างๆ โดยภาชนะดังกล่าวต้องผ่านการทำความสะอาดด้วยแอลกอฮอล์ ความเข้มข้น 70 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นปิดฝาชิ้นงานเพื่อป้องกันสิ่งแปลกปลอม เก็บชิ้นงานไว้ในที่มีอุณหภูมิ 2-4 องศาเซลเซียส จนกระทั่งชิ้นงานเปลี่ยนเป็นสีขาวทั้งหมดซึ่งแสดงว่าเชื้อเห็ดเจริญเติบโตจนเส้นใยประสานกันดี

หลังจากนั้นอบไล่ความชื้นในชิ้นงานด้วยตู้อบที่อุณหภูมิเฉลี่ยที่ 110 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง เพื่อหยุดการเจริญเติบโตของเชื้อ ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 ขั้นตอนการขึ้นรูปชิ้นงาน

ชิ้นงานที่เตรียมได้ถูกนำไปศึกษาสมบัติต่างๆ รวมทั้งการประเมินผลเมื่อนำไปใช้งานเป็นภาชนะเพาะปลูก รูปที่ 3 แสดงตัวอย่างของชิ้นงานที่เตรียมจากแกลบและขุยมะพร้าวที่อัตราส่วน 50:0:50 และ 50:10:40

2.2.2 การหาค่าความชื้นของชิ้นงาน

ชั่งน้ำหนักชิ้นงานก่อนและหลังการอบที่อุณหภูมิเฉลี่ย 110 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง และนำมาคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้น ตามสมการที่ (1)

$$MC, \% = \frac{(m_1 - m_2)}{m_1} \times 100 \quad (1)$$

เมื่อ MC คือ ความชื้นในชิ้นงาน (เปอร์เซ็นต์)

m_1 คือ มวลก่อนการอบแห้ง (กรัม)

m_2 คือ มวลหลังการอบแห้ง (กรัม)



(ก) ชิ้นงานที่เตรียมจากแกลบ



(ข) ชิ้นงานที่เตรียมจากขุยมะพร้าว

รูปที่ 3 ตัวอย่างชิ้นงาน

2.2.3 การอุ้มน้ำของชิ้นงาน

นำชิ้นงานมาแช่น้ำปริมาตร 800 มิลลิลิตร สังเกตการเปลี่ยนแปลงทุกๆ 15 นาที ครบ 1 ชั่วโมง นำชิ้นงานขึ้นมาเพื่อทดสอบประสิทธิภาพการอุ้มน้ำ โดยหาปริมาณน้ำที่ไหลออกจากชิ้นงานและชั่งน้ำหนักของชิ้นงานเมื่อผ่านไป 30 และ 90 นาที เพื่อเทียบกับน้ำหนักของชิ้นงานแห้ง

2.2.4 ทดสอบความแข็งแรงของชิ้นงาน

นำชิ้นงานมาปล่อยที่ความสูงแตกต่างกัน 4 ระดับ ซึ่งคือ 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 เมตร สังเกตการเปลี่ยนแปลงของชิ้นงานที่เกิดขึ้นเพื่อศึกษาถึงการทนต่อแรงกระแทก

2.2.5 การเปลี่ยนแปลงของชิ้นงานเมื่อทิ้งไว้ใน

สภาวะแวดล้อมตามธรรมชาติ

นำชิ้นงานที่ชุ่มด้วยน้ำวางไว้บริเวณด้านนอกอาคาร สังเกตการเปลี่ยนแปลงของชิ้นงานเมื่อผ่านไป 45 วัน

2.2.6 ผลของกากซีเมนต์ต่ออัตราการเจริญเติบโตของถั่วงอก

การเพาะเมล็ดถั้วเขียวถูกใช้เป็นตัวอย่งในการศึกษาการเติบโตของพืช เนื่องจากถั้วเขียวเจริญเติบโตเร็ว ระยะเวลาเก็บเกี่ยวสั้นไม่เกิน 10 วัน การศึกษาเริ่มจากการใส่เมล็ดถั้วเขียวจำนวน 5 เม็ดลงในชั่งงาน รดน้ำให้พอชุ่มวันละ 2 ครั้ง วัดความสูงเพื่อบันทึกการเจริญเติบโตของถั้วงอกเป็นเวลา 7 วัน

3. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

3.1 สมบัติทางกายภาพของชิ้นงาน

จากการขึ้นรูปชิ้นงานที่อัตราส่วนโดยมวลของวัสดุหลัก:กากซีเมนต์:เชื้อเห็ดที่แตกต่างกัน 4 อัตราส่วน พบว่าเมื่อนำชิ้นงานแต่ละอัตราส่วนไปเก็บไว้ในที่มีดินนาน 1 สัปดาห์ ชิ้นงานเริ่มมีเส้นใยเห็ดซึ่งเป็นสีขาวขึ้นปกคลุมชิ้นงานบางส่วน แต่เมื่อทิ้งไว้วัน 3-4 สัปดาห์ ชิ้นงานเปลี่ยนเป็นสีขาวทั่วทั้งชิ้นงาน โดยเฉพาะชิ้นงานที่มีอัตราส่วน 50:0:50 มีเส้นใยเห็ดปกคลุมมากที่สุด ชิ้นงานที่เตรียมจากแกลบ ที่อัตราส่วน 50:30:20 และ 50:20:30 มีเส้นใยปกคลุม แต่ยังไม่ทนต่อแรงกระแทก ดังนั้นแสดงให้เห็นว่าปริมาณเชื้อเห็ดส่งผลต่อการขึ้นรูปของชิ้นงาน จากตารางที่ 2 เปรอ์เซ็นต์ค่าความชื้นเฉลี่ยของชิ้นงานได้จากการคำนวณค่าความชื้นของชิ้นงานจำนวน 5 ชิ้นจากสมการที่ (1) แล้วหาค่าเฉลี่ยในแต่ละอัตราส่วน พบว่า เปรอ์เซ็นต์ค่าความชื้นเฉลี่ยของชิ้นงานที่เตรียมจากขุยมะพร้าวมีค่าสูงกว่าความชื้นเฉลี่ยของชิ้นงานที่เตรียมจากแกลบในทุกอัตราส่วน โดยมวล ปริมาณความชื้นเฉลี่ยของชิ้นงานที่เตรียมจากแกลบมีค่าอยู่ในช่วง 24-37% ในขณะที่ปริมาณความชื้นเฉลี่ยของชิ้นงานที่เตรียมจากขุยมะพร้าวมีค่าอยู่ในช่วง 45-57% เนื่องจากแกลบเป็นวัสดุที่ไม่อุ้มน้ำ เมื่อเทียบกับขุยมะพร้าว นอกจากนี้ปริมาณกากซีเมนต์ไม่ส่งผลต่อต่อความชื้นของชิ้นงาน

ตารางที่ 2 เปรอ์เซ็นต์ค่าความชื้นเฉลี่ยของชิ้นงาน

อัตราส่วน	วัตถุดิบหลัก	
	แกลบ	ขุยมะพร้าว
50:0:50	34.58±0.01	51.11±0.01
50:10:40	36.50±0.01	56.83±0.07
50:20:30	31.60±0.01	45.99±0.02
50:30:20	24.47±0.02	50.67±0.10

จากตารางที่ 3 แสดงการเปลี่ยนแปลงของชิ้นงานที่ถูกนำมาแช่น้ำ 800 มิลลิลิตร นาน 1 ชั่วโมง ชิ้นงานที่เตรียมขึ้นจากขุยมะพร้าวมีความคงรูปได้ดีกว่าชิ้นงานที่เตรียมจากแกลบที่อัตราส่วนเดียวกัน ทั้งนี้เนื่องจากแกลบมีความแข็งและมีขนาดค่อนข้างใหญ่ ทำให้เมื่อเชื้อเห็ดเจริญเติบโตไม่สามารถแทรกเข้าไปภายในได้ นอกจากนี้ชิ้นงานที่มีส่วนผสมของเชื้อเห็ดที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ความสามารถในการคงรูปของชิ้นงานดีขึ้น ซึ่งเห็นได้จากชิ้นงานไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงใดๆ เมื่อแช่น้ำครบ 1 ชั่วโมงของทั้งชิ้นงานที่เตรียมจากแกลบและขุยมะพร้าว ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อเชื้อเห็ดมีปริมาณมากขึ้น เส้นใยที่ผลิตได้มากขึ้นกว่าชิ้นงานที่มีเชื้อเห็ดในปริมาณน้อยที่เวลาเท่ากัน เมื่อทดสอบความสามารถในการอุ้มน้ำของชิ้นงานเมื่อเวลาผ่านไป 30 และ 90 นาที พบว่า ชิ้นงานที่เตรียมจากแกลบมีความสามารถในการอุ้มน้ำได้ต่ำกว่าชิ้นงานที่

เตรียมจากขุยมะพร้าว นอกจากนี้เมื่อเพิ่มปริมาณกากซีเมนต์ ความสามารถในการอุ้มน้ำมีมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากกากซีเมนต์สามารถอุ้มน้ำได้เป็นอย่างดี ซึ่งจะเห็นได้จาก ที่อัตราส่วน 50:0:50 ชิ้นงานที่เตรียมจากขุยมะพร้าวสามารถอุ้มน้ำได้ 106.69% และ 98.92% เมื่อเวลาผ่านไป 30 และ 90 นาที แต่ที่อัตราส่วน 50:30:20 ชิ้นงานสามารถอุ้มน้ำได้สูงถึง 220.17% และ 218.74% เมื่อเวลาผ่านไป 30 และ 90 นาที ตามลำดับ

ตารางที่ 3 การเปลี่ยนแปลงของชิ้นงานเมื่อถูกนำไปแช่น้ำและความสามารถในการอุ้มน้ำที่เวลาต่างๆ

วัสดุดิบ	อัตราส่วน	การเปลี่ยนแปลงของชิ้นงาน เมื่อแช่น้ำ				การอุ้มน้ำ; %	
		15 นาที	30 นาที	45 นาที	60 นาที	30 นาที	90 นาที
แกลบ	50:0:50	ไม่เปลี่ยนแปลง				44.73	32.50
	50:10:40	ไม่เปลี่ยนแปลง				46.36	41.24
	50:20:30	มีวัสดุหลุดออกเล็กน้อย แต่ยังคงรูปชิ้นงาน				240.28	205.66
	50:30:20	มีวัสดุหลุดออกมาก แต่ยังคงรูปชิ้นงาน		ไม่สามารถคงรูปได้		210.76	177.34
ขุยมะพร้าว	50:0:50	ไม่เปลี่ยนแปลง				106.69	98.92
	50:10:40	ไม่เปลี่ยนแปลง				94.06	85.60
	50:20:30	ไม่เปลี่ยนแปลง				122.53	117.63
	50:30:20	มีวัสดุหลุดออก ชิ้นงานยังคงรูป	มีวัสดุหลุดออกมากและ ไม่สามารถคงรูปได้	วัสดุหลุดออกหมด		220.17	218.74

จากการทดสอบปล่อยชิ้นงานจากความสูงที่แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 0.5 1.0 และ 2.0 เมตร ลักษณะของชิ้นงานที่เกิดขึ้นถูกแสดงในตารางที่ 4 เนื่องจากชิ้นงานที่เตรียมจากแกลบมีความแข็งแรงน้อยกว่าชิ้นงานที่เตรียมจากขุยมะพร้าว โดยเฉพาะที่อัตราส่วน 50:20:30 และ 50:30:20 ดังนั้นชิ้นงานดังกล่าวจึงไม่ถูกนำมาทดสอบ

เมื่อชิ้นงานถูกปล่อยให้ตกจากที่ระดับความสูงต่างๆ พบว่า ชิ้นงานที่เตรียมจากแกลบเกิดการแตกหักง่ายกว่า ชิ้นงานที่เตรียมจากขุยมะพร้าวที่อัตราส่วนและระดับความสูงเดียวกัน ที่ความสูง 2.0 เมตร ชิ้นงานที่เตรียมจากแกลบในอัตราส่วน 50:0:50 และ 50:10:40 มีสัดส่วนของวัสดุที่หลุดออกไปคิดเป็นร้อยละ 70.29 และ 70.36 ตามลำดับ ในขณะที่ชิ้นงานที่เตรียมจากขุยมะพร้าวในอัตราส่วน 50:0:50 และ 50:10:40 มีสัดส่วนของชิ้นงานที่หลุดออกไปเพียงร้อยละ 31.89 และ 35.13 ตามลำดับ แต่

ที่อัตราส่วน 50:20:30 และ 50:40:10 สัดส่วนของชิ้นงานที่หลุดไปมีค่าเพิ่มขึ้นซึ่งคิดเป็นร้อยละ 64.43 และ 94.32 ตามลำดับ ดังนั้นชิ้นงานที่เตรียมจากขุยมะพร้าวที่อัตราส่วนผสมของปริมาณเชื้อเห็ดเพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ชิ้นงานสามารถคงรูปได้ดียิ่งขึ้น เนื่องจากลักษณะของชิ้นงานเกิดความเสียหายน้อยกว่า เมื่อนำชิ้นงานไปวางด้านนอกอาคาร เพื่อให้อยู่ในสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติ ซึ่งเป็นการจำลองสภาพการนำไปใช้งานจริงนาน 45 วัน ผลปรากฏว่าชิ้นงานไม่เกิดเชื้อรา ดังแสดงในรูปที่ 4 จึงอาจยืนยันว่าชิ้นงานไม่เป็นมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม สามารถนำไปใช้งานได้

3.2 ผลของกากขี้เถ้าต่ออัตราการเจริญเติบโตของถั่วงอก

กากขี้เถ้าซึ่งเป็นของเสียที่กำจัดยาก แต่พบว่ากากขี้เถ้ายังมีธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม ซึ่งถือเป็นอาหารที่สำคัญของพืช [7] ดังนั้นกากขี้





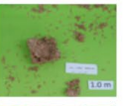

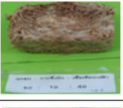



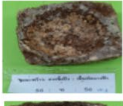
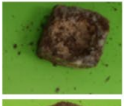









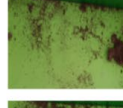




(ก) ชิ้นงานที่ 1



(ก) ชิ้นงานที่ 2

รูปที่ 4 ลักษณะของชิ้นงาน เมื่อถูกนำไปวางด้านนอกอาคารนาน 45 วัน

ตารางที่ 4 ลักษณะของชิ้นงาน เมื่อปล่อยจากระดับความสูงต่างๆ

วัสดุดิบหลัก	อัตราส่วน วัสดุดิบหลัก:กากซีเมนต์:เชื้อเห็ด	ชิ้นงานก่อน ทดสอบ	การเปลี่ยนแปลงของชิ้นงาน เมื่อปล่อยจากที่สูง			สัดส่วนชิ้นงานที่ หลุดไป ที่ระยะ 2.0 เมตร
			0.5 เมตร	1.0 เมตร	2.0 เมตร	
แกลบ	50:0:50					70.29%
	50:10:40					70.36%
ขุยมะพร้าว	50:0:50					31.89%
	50:10:40					35.13%
	50:20:30					64.43%
	50:30:20					94.32%

ตารางที่ 5 ความสูงเฉลี่ยของถั่วงอกที่ปลูกในชั้นงาน

วัตถุดิบหลัก	อัตราส่วน	ความสูงเฉลี่ยของถั่วงอก (เซนติเมตร)						
		วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4	วันที่ 5	วันที่ 6	วันที่ 7
แกลบ	50:0:50	0	0.2	0.5	0.9	2.3	3.9	5.7
	50:10:40	0	0.1	0.4	0.6	1.1	1.9	2.7
ขุยมะพร้าว	50:0:50	0	0.2	0.3	0.4	0.9	1.1	1.8
	50:10:40	0	0.3	0.5	1	2.3	3.9	6.5
	50:20:30	0	0.1	0.3	0.5	0.8	1.1	1.4
	50:30:20	0	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

แป้งจึงถูกนำมาใช้เป็นส่วนผสมในการขึ้นรูปเป็น ภาชนะเพาะปลูก ในการศึกษาผลของกากจี้แป้งต่อการ เติบโตของพืช โดยเลือกใช้ถั่วงอกเนื่องจากมีระยะเวลา เก็บเกี่ยวสั้น ประมาณ 10 วัน จากตารางที่ 5 แสดง ข้อมูลความสูงของถั่วงอกที่เพาะในภาชนะที่เตรียมขึ้น พบว่าเมื่อขึ้นงานที่มีส่วนผสมของกากจี้แป้งเพิ่มขึ้น ความสูงเฉลี่ยของถั่วงอก เปลี่ยนแปลงแบบไม่มี นัยสำคัญ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า กากจี้แป้งไม่ส่งผลต่อ การเติบโตของพืช ทั้งนี้อาจเนื่องจากการเตรียมขึ้นงาน ส่วนผสมต้องผ่านกระบวนการนึ่งฆ่าเชื้อภายใต้ อุณหภูมิและความดัน จึงอาจส่งผลต่อการสลายตัวของ แร่ธาตุได้

4. สรุปผลการทดลอง

เมื่อนำแกลบและขุยมะพร้าวซึ่งเป็นวัสดุเหลือ ทิ้งจากการเกษตรมาผสมกับกากจี้แป้งซึ่งเป็นของเสีย จากโรงงานและมีธาตุอาหารที่จำเป็นต่อพืชมาขึ้นรูป ด้วยเส้นใยเห็ดนางฟ้าเพื่อนำมาใช้เป็นภาชนะเพาะปลูก จากการศึกษาสมบัติทางกายภาพต่างๆ พบว่าเส้นใย เห็ดสามารถนำมาใช้ในการขึ้นรูปแกลบและขุยมะพร้าวได้ โดยปริมาณความชื้น ความสามารถในการ

คงรูปและการอุ้มน้ำของขึ้นงานที่เตรียมจากขุยมะพร้าว มีค่าสูงกว่าขึ้นงานที่เตรียมจากแกลบ ปริมาณเชื้อเห็ด ส่งผลโดยตรงต่อความสามารถในการคงรูปของ ขึ้นงาน นอกจากนี้กากจี้แป้งไม่ช่วยให้ถั่วงอกเติบโต เร็วขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกรรมวิธีในการขึ้นรูป ขึ้นงานที่อาจส่งผลให้กากจี้แป้งเสื่อมสภาพได้ แต่ทั้งนี้ พบว่าขึ้นงานดังกล่าวสามารถนำมาใช้ทดแทน วัสดุพลาสติกที่ใช้ในการเพาะต้นกล้าได้ เนื่องจากเป็น วัสดุจากธรรมชาติที่สามารถย่อยสลายได้เองตาม ธรรมชาติ

5. ข้อเสนอแนะ

ผลการศึกษาที่สามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐาน ในการต่อยอดเพื่อศึกษาคุณสมบัติอื่นๆ เพิ่มเติม อีกทั้ง นำไปประยุกต์ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ต่างๆที่เป็นมิตร ต่อสิ่งแวดล้อมและเพื่อลดต้นทุนการผลิตได้ในอนาคต

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ โรงงานผลิตน้ำยางข้น จังหวัด ยะลา ที่เอื้อเฟื้อกากจี้แป้งสำหรับการวิจัยในครั้งนี้

7. รายการอ้างอิง

[1] บุญส่ง คงคาทิพย์, งามผ่อง คงคาทิพย์, ปิยนุช มงคลศรีพัฒนา, พรศักดิ์ คุณวุฒิน โนธรรม, อุทัย

- สาชี, นิสาชล สาวสวนเจริญ. การนำของเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมกระดาษมาเปลี่ยนเป็นขี้กุ่มก่าเน็ดและยาสเตอร์รอยด์. วิทยานวิจัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในงานวันเกษตรแห่งชาติ ประจำปี 2540. 2540: 55-58.
- [2] ภิรมย์ขวัญ ชินวงศ์, เกริกชัย ชนรักษ์, อรวรรณ ศิริรัตน์พิริยะ. ผลของการใช้กากขี้เียงเป็นแหล่งแมกนีเซียมเพื่อการเติบโตของปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลหลัก. โครงการประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 15 มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 2557: 776.-782.
- [3] สุรพิชญ ลอยกุลนันท์. นักวิจัยไทยแยกเนื้อเยื่อจากขี้เียงสำเร็จรายแรกของโลก [อินเทอร์เน็ต]. 2555 [เข้าถึงเมื่อ 26 ก.พ.2560]. เข้าถึงได้จาก: <https://mgronline.com/science/detail/9550000088828>
- [4] คุณยา ศรีโยม, ชัยศรี สุขสาโรจน์. การพัฒนาผลิตภัณฑ์อิฐดินเผาหน้าหนักเบาจากกากขี้เียงยางพาราเชิงพาณิชย์. วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 2557; 6: 301-312.
- [5] ธนัญชัย ปุณณวรกิจ, พันธุดา พุฒิไพโรจน์, วรธรรม อุ่ณจิตติชัย, พรรณจิรา ทิศาวิภาค. ประสิทธิภาพการป้องกันความร้อนของฉนวนอาคารจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร. วารสารวิชาการคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. 2549;4: 3-13.
- [6] Zhou XY, Zheng F, Li HG, Lu CL. An environment-friendly thermal insulation material from cotton stalk fibers. Energy and Buildings J. 2010;42: 1070–1074.
- [7] พิศุทธิ์ ศิริพันธุ์, จิรศักดิ์ จินดาโรจน์, ทรงกลด จารุสมบัติ. กากขี้เียงยางของเสียจากโรงงานผู้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมโดยการมีส่วนร่วมของชุมชน. วารสารการจัดการป่าไม้. 2557;16: 64-79.