

## การพัฒนาวัสดุดูดซับของเสียแมวจากขาน้อยและใยมะพร้าวผสมกากกาแฟ Development of Cat Litter Materials from Bagasse and Coconut Fiber Mixed with Coffee Grounds

ชาญณรงค์ สัมฤทธิ์ นันทลินี ภูมิสวัสดิ์ และ น้ำฝน คูเจริญไพศาล\*

Channarong Samrit Nanlinee Bhumisawasdi and Numphon Koocharoenpisa\*

ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร 10110 ประเทศไทย

Department of General Science, Faculty of Science, Srinakharinwirot University, Bangkok 10110, Thailand

\*E-mail: numphon@g.swu.ac.th

Received: Mar 21, 2025

Revised: Apr 24, 2025

Accepted: May 07, 2025

### บทคัดย่อ

วัสดุดูดซับของเสียแมวส่วนใหญ่ทำมาจากสารเคมี ซึ่งส่งผลให้เป็นอันตรายต่อสัตว์เลี้ยง ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาวัสดุดูดซับของเสียแมวจากเส้นใยธรรมชาติ ได้แก่ ขาน้อย และใยมะพร้าว ผสมกากกาแฟและตัวประสาน 2) เปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพของวัสดุดูดซับของเสียแมวจากเส้นใยธรรมชาติ และ 3) ศึกษาความพึงพอใจของผู้เลี้ยงแมวที่มีต่อวัสดุดูดซับของเสียแมวที่พัฒนาขึ้นจากเส้นใยธรรมชาติ การวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมเส้นใยธรรมชาติ กากกาแฟ และตัวประสาน ขั้นตอนที่ 2 กระบวนการผลิตวัสดุดูดซับของเสียแมว ขั้นตอนที่ 3 เปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพของวัสดุดูดซับของเสียแมวจากเส้นใยธรรมชาติกับวัสดุดูดซับของเสียแมวจากไม้สน และขั้นตอนที่ 4 การประเมินความพึงพอใจของผู้เลี้ยงแมวที่มีต่อวัสดุดูดซับของเสียแมวที่พัฒนาขึ้น ผลการวิจัยพบว่าวัสดุดูดซับของเสียแมวที่ใช้อัตราส่วนผสมระหว่างน้ำหนักขาน้อยต่อกากกาแฟ (75:25) มีค่าร้อยละการดูดซับน้ำสูงที่สุด และได้รับการประเมินความพึงพอใจของผู้เลี้ยงแมวในระดับความพึงพอใจสูงที่สุด ดังนั้นวัสดุดูดซับของเสียแมวที่ใช้อัตราส่วนผสมระหว่างน้ำหนักขาน้อยต่อกากกาแฟ (75:25) จึงเป็นวัสดุดูดซับของเสียแมวที่มีความเหมาะสมมากที่สุด

**คำสำคัญ:** วัสดุดูดซับของเสียแมว เส้นใยธรรมชาติ สมบัติทางกายภาพ การดูดซับน้ำ ความพึงพอใจ

### Abstract

Most cat litter materials are made from chemicals which are harmful to pets. Therefore, the objectives of this research were to 1) develop the cat litter materials from natural fibers including bagasse and coconut fiber mixed with coffee grounds and pasty glue, 2) compare the physical properties of the cat litter materials, and 3) study of cat owners' satisfaction with the cat litter materials developed from natural fibers. This research is divided into 4 steps; step 1: preparation of natural fibers, coffee grounds, and pasty glue, step 2: production process of the cat litter materials, step 3: comparison of the physical properties of cat litter materials made from natural fibers with that made from pine wood, and step 4: assessment of cat owners' satisfaction with the developed cat litter materials. The results demonstrated that the cat litter material made from bagasse and coffee grounds with the ratio of 75:25 had the highest percentage of water absorption and received the highest satisfaction level from cat owners. Therefore, the cat litter material made from bagasse and coffee grounds with the ratio of 75:25 is the most suitable cat litter material.

**Keywords:** Cat litter materials, Natural fiber, Physical properties, Water absorption, Satisfaction

## 1. บทนำ

วัสดุดูดซับของเสียแอมหรือทรายแอม เป็นวัสดุที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในการดูดซับสิ่งปนเปื้อนของแอมและกำจัดกลิ่น ซึ่งทรายแอมในปัจจุบันที่นิยมใช้มีทั้งหมด 4 ประเภท ได้แก่ 1) ทรายแอมชนิดไม่จับเป็นก้อน (Non-clumping conventional litter) เป็นทรายแอมที่มีส่วนผสมของแร่แมกนีเซียมออกไซด์จะมีความสามารถในการดูดซับของเหลวได้ดี แต่จะไม่จับตัวเป็นก้อนเมื่อถูกน้ำ 2) ทรายแอมชนิดจับตัวเป็นก้อน (Clumping litter) เป็นทรายแอมที่มีส่วนผสมของเบนโทไนท์ (Bentonite) จะมีคุณสมบัติจับตัวเป็นก้อนเมื่อถูกน้ำ จึงทำให้ดูดซับของเหลวได้ดี 3) ทรายแอมชนิดย่อยสลายทางชีวภาพได้ (Biodegradable litter) เป็นทรายแอมที่ทำมาจากวัสดุทางธรรมชาติ เช่น เศษไม้สน (Pine wood) เต้าหู้ (Tofu) ข้อดีคือทำจากวัสดุธรรมชาติ ย่อยสลายได้เอง ทำให้เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและไม่เป็นอันตรายต่อสัตว์เลี้ยง นอกจากนี้ยังสามารถดูดซับความชื้นและเก็บกลิ่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ 4) ทรายแอมชนิดซิลิกาเจล (Silica gel litter) เป็นวัสดุประเภทโซเดียมซิลิเกต (Sodium silicate) มีคุณสมบัติดูดซับกลิ่น ความชื้น และของเหลว แต่จะไม่จับตัวเป็นก้อน โดยสมบัติของทรายแอมทุกชนิดที่เหมือนกัน คือ สมบัติการดูดซับของเหลวหรือสิ่งปนเปื้อนของแอม ซึ่งทรายแอมจากวัสดุธรรมชาติมีประสิทธิภาพสูงและไม่เป็นอันตรายต่อสัตว์เลี้ยง ทำให้ผู้ที่เลี้ยงสัตว์เริ่มหันมาใช้กันมากขึ้น เนื่องจากเป็นวัสดุจากธรรมชาติ ปราศจากสารเคมี มีสมบัติเด่นในการดูดซับและเก็บกลิ่น ฝุ่นน้อย น้ำหนักเบา นอกจากนี้ยังทำความสะอาดง่าย และสามารถทิ้งลงชักโครกได้โดยไม่ทำให้อุดตัน เนื่องจากมีความสามารถในการย่อยสลายได้ดี [1] ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนาวัสดุดูดซับของเสียแอมจากเส้นใยธรรมชาติ ได้แก่ ขานอ้อย ไยมะพร้าว และผักตบชวา

ประเทศไทยมีทรัพยากรธรรมชาติเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะเส้นใยธรรมชาติที่มีองค์ประกอบทั่วไป คือเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส ลิกนิน เพคติน และแวกซ์ โดยมีเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบหลัก [2] อีกทั้งการใช้เส้นใยธรรมชาติยังมีข้อดีหลายประการเมื่อเปรียบเทียบกับเส้นใยสังเคราะห์ เนื่องจากธรรมชาติของเส้นใยเป็นวัสดุที่มีความสามารถดูดซับน้ำสูง [3] ซึ่งขานอ้อย ประกอบด้วยไฟเบอร์ร้อยละ 48.5 จากการแสดงโครงสร้างพื้นฐานจากการศึกษาด้วยเครื่อง Scanning electron microscopy แสดงให้เห็นว่าพื้นผิวมีช่องว่าง

จำนวนมากและมีความพรุน ซึ่งจะช่วยให้เพิ่มประสิทธิภาพในการดูดซับน้ำ [4], [5] ไยมะพร้าว ประกอบด้วยเซลลูโลสร้อยละ 46.70 ซึ่งเป็นเส้นใยจากพืชหรือเส้นใยเซลลูโลสชนิดไม่ละลายน้ำ (Insoluble dietary fiber, IDE) แต่สามารถดูดซับน้ำไว้ได้ที่บริเวณผิวของเส้นใย [6], [7] และผักตบชวา คือพืชน้ำล้มลุก ประกอบด้วยเซลลูโลส ร้อยละ 43-44 เฮมิเซลลูโลส และแพนโตแซน ร้อยละ 14-15 และลิกนิน ร้อยละ 12-13 และโครงสร้างเป็นรูพรุนคล้ายฟองน้ำทำให้ผักตบชวามีคุณสมบัติในการดูดซับความชื้นในอากาศได้ดีและดูดซึมน้ำได้สูง [8] จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นได้ว่าขานอ้อย ไยมะพร้าว และผักตบชวาเป็นเส้นใยธรรมชาติที่มีองค์ประกอบหลักเป็นเซลลูโลสและมีโครงสร้างเป็นรูพรุนซึ่งเป็นสมบัติในการดูดซับน้ำที่ดี

กากกาแฟเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการแปรรูป จึงมีการนำกากกาแฟกลับมาใช้ประโยชน์ในรูปแบบต่าง ๆ โดยการนำมาผลิตเป็นตัวดูดซับซึ่งได้รับความนิยมอย่างมาก เนื่องจากกากกาแฟมีลักษณะเด่น คือมีองค์ประกอบของคาร์บอนและไนโตรเจนสูง และโครงสร้างสัณฐานของกากกาแฟจากการศึกษาด้วยเทคนิค Scanning electron microscopy แสดงให้เห็นว่ากากกาแฟมีรูพรุน และมีความเป็นเนื้อเดียวกันโดยมีรูที่เล็ก [9], [10]

ด้วยเหตุดังกล่าว งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาวัสดุดูดซับของเสียแอมจากเส้นใยธรรมชาติ ได้แก่ ขานอ้อย และไยมะพร้าว ผสมกากกาแฟและตัวประสานเพื่อเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพของวัสดุดูดซับของเสียแอมจากเส้นใยธรรมชาติ และเพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เลี้ยงแมวที่มีต่อวัสดุดูดซับของเสียแอมจากเส้นใยธรรมชาติ

## 2. วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

### 2.1. อุปกรณ์การทดลอง

วัตถุดิบและสารเคมี ได้แก่ ขานอ้อย (ส่วนลำต้นของอ้อยที่คั้นเอาน้ำหรือน้ำตาลออกแล้ว) ไยมะพร้าว (เส้นใยจากเปลือกส่วนในของผลมะพร้าว) ผักตบชวา (ส่วนของก้านใบ) กากกาแฟ (เมล็ดกาแฟบดที่ผ่านการกลั่นเป็นน้ำกาแฟออกมาแล้ว) แป้งมันสำปะหลัง และโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) อุปกรณ์พื้นฐาน ได้แก่ เตาให้ความร้อน (Hotplate) เครื่องชั่งดิจิทัล เทอร์มอมิเตอร์ ตู้อบลมร้อน เครื่องวัดค่าสี ยี่ห้อ 3NH รุ่น NH300 กล้องจุลทรรศน์ใช้แสง แบบสเตอริโอ ยี่ห้อ OLYMPUS รุ่น cx22 และเครื่องอัดเม็ดอาหารสัตว์

## 2.2. วิธีการทดลอง

### ตอนที่ 1 การเตรียมเส้นใยธรรมชาติ กากกาแพ และตัวประสาน

1. การเตรียมเส้นใยธรรมชาติจากชานอ้อย ผักตบชวา และโยมะพร้าว โดยนำชานอ้อย ผักตบชวา และโยมะพร้าว มาล้างทำความสะอาด ตากแดดให้แห้ง และตัดให้มีความยาว 1 นิ้ว ดังแสดงใน Figure 1 ซึ่งน้ำหนักแห้งของชานอ้อย ผักตบชวา และโยมะพร้าว อย่างละ 1,000 กรัม แล้วนำวัตถุดิบที่เตรียมไว้มาต้มกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยมวลต่อปริมาตร นำสารละลายใส่ในหม้อต้ม วางบนเตาให้ความร้อนและต้มที่อุณหภูมิ 90-95 องศาเซลเซียส ต้มจนสังเกตเห็นว่าเส้นใยมีลักษณะนิ่มและแตกออกจากกันเป็นเส้นใยเล็ก ๆ ที่ละเอียดขึ้น จากนั้นนำเส้นใยที่ได้มากรอง และล้างด้วยน้ำให้สะอาด แล้วบีบให้หมดด้วยผ้าขาวบางและนำไปอบแห้งโดยใช้ตู้อบลมร้อน อบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 120 นาที จนได้เส้นใยที่แห้ง ดังแสดงใน Figure 1 จากนั้นชั่งน้ำหนักเส้นใยที่ได้ เพื่อนำมาหาค่าร้อยละผลผลิตของเส้นใยได้ผลดังแสดงใน Table 1 ซึ่งหาค่าร้อยละผลผลิตได้ดังสมการ

$$\text{ร้อยละผลผลิต} = \frac{\text{น้ำหนักสุดท้าย}}{\text{น้ำหนักเริ่มต้น}} \times 100$$



Figure 1 Preparation of natural fiber

(A) 1-inch-pieces of natural fiber;

(B) Drying fiber in hot air oven at 70°C for 120 min

2. การเตรียมกากกาแพ นำกากกาแพมาอบแห้งเพื่อกำจัดความชื้น ด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 120 นาที แล้วเก็บไว้ในถุงซิปล็อคเพื่อรอการขึ้นรูป

3. การเตรียมตัวประสาน (แป้งเปียก) โดยใช้แป้งมันสำปะหลังผสมกับน้ำในอัตราส่วน 1:6 คือใช้แป้งมันสำปะหลัง 250 กรัม ต่อน้ำ 1500 กรัม คนให้ละลายเป็นเนื้อเดียว จากนั้นนำมาตั้งบนเตาให้ความร้อนและกวนจนได้ตัวประสาน

ที่มีลักษณะใสและเหนียวหนืด ที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ดังแสดงใน Figure 2



Figure 2 Preparation of pasty glue

### ตอนที่ 2 กระบวนการผลิตวัสดุดูดซับของเสียแมว

1. นำเส้นใยธรรมชาติที่ได้จากชานอ้อย ผักตบชวา และโยมะพร้าว รวมทั้งกากกาแพ และตัวประสาน มาผสมในภาชนะผสม ดังแสดงใน Figure 3 (A) ซึ่งมีอัตราส่วนผสมระหว่างน้ำหนักของเส้นใยธรรมชาติต่อน้ำหนักของกากกาแพที่แตกต่างกันในอัตราส่วน 50 : 50 และ 75 : 25 เนื่องจากการมีความต่างของอัตราส่วนผสมมากจะทำให้สามารถสังเกตเห็นความแตกต่างของผลการทดลองได้ชัดเจน โดยในการทดลองเบื้องต้นได้แบ่งชุดการทดลองออกเป็น 6 ชุด และชุดควบคุม ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 อัตราส่วนผสมระหว่างน้ำหนักของเส้นใยจากชานอ้อย : กากกาแพ (50:50)

ชุดการทดลองที่ 2 อัตราส่วนผสมระหว่างน้ำหนักของเส้นใยจากชานอ้อย : กากกาแพ (75:25)

ชุดการทดลองที่ 3 อัตราส่วนผสมระหว่างน้ำหนักของเส้นใยจากผักตบชวา : กากกาแพ (50:50)

ชุดการทดลองที่ 4 อัตราส่วนผสมระหว่างน้ำหนักของเส้นใยจากผักตบชวา : กากกาแพ (75:25)

ชุดการทดลองที่ 5 อัตราส่วนผสมระหว่างน้ำหนักของเส้นใยจากโยมะพร้าว : กากกาแพ (50:50)

ชุดการทดลองที่ 6 อัตราส่วนผสมระหว่างน้ำหนักของเส้นใยจากโยมะพร้าว : กากกาแพ (75:25)

ชุดควบคุม คือ วัสดุดูดซับของเสียแมวจากไม้สน

ในการผสมเส้นใยธรรมชาติและกากกาแพเพื่อขึ้นรูปเป็นวัสดุดูดซับของเสียแมวจะต้องใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสานในอัตราส่วนน้ำหนัก 4 เท่า ของน้ำหนักของเส้นใยธรรมชาติและกากกาแพ และขึ้นรูปอย่างง่ายโดยใช้ท่อทรงกระบอกกลางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.8 มิลลิเมตร เพื่อนำไปทดสอบสมบัติทางกายภาพเบื้องต้น

**Table 1** Percent yield of fibers

Type of fibers	Weight of raw materials (g)	Weight of fiber (g)	%Yield
bagasse	1000	244.31	24.43
water hyacinth	1000	196.50	19.65
coconut fiber	1000	389.21	38.92

จากผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพเบื้องต้นของวัสดุดูดซับของเสี้ยแมวทั้ง 6 ชุดการทดลอง พบว่า ชุดการทดลองที่ใช้เส้นใยจากผักตบชวามีสมบัติการดูดซับน้ำและสมบัติการคงรูปต่ำที่สุด และผลจากการวัดค่าสีพบว่ามิโทนสีเข้มจนเกินไป อีกทั้งในการเตรียมเส้นใยจากผักตบชวาได้ร้อยละผลผลิตของเส้นใยต่ำที่สุด จึงไม่เหมาะสมในการนำไปพัฒนาเป็นวัสดุดูดซับของเสี้ยแมวในขั้นต่อไป

ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงเลือก 4 ชุดการทดลองที่ดีที่สุดมาพัฒนาเพื่อนำไปทดลองใช้กับแมว ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 อัตราส่วนผสมระหว่างน้ำหนักของเส้นใยจากชานอ้อย : กากกาแฟ (50:50)

ชุดการทดลองที่ 2 อัตราส่วนผสมระหว่างน้ำหนักของเส้นใยจากชานอ้อย : กากกาแฟ (75:25)

ชุดการทดลองที่ 3 อัตราส่วนผสมระหว่างน้ำหนักของเส้นใยจากไยมะพร้าว : กากกาแฟ (50:50)

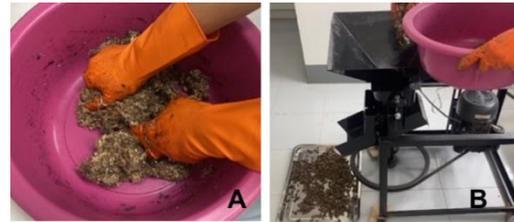
ชุดการทดลองที่ 4 อัตราส่วนผสมระหว่างน้ำหนักของเส้นใยจากไยมะพร้าว : กากกาแฟ (75:25)

ชุดควบคุม คือ วัสดุดูดซับของเสี้ยแมวจากไม้สน

ในขั้นตอนนี้ การขึ้นรูปวัสดุดูดซับของเสี้ยแมวของ 4 ชุดการทดลอง ผู้วิจัยได้นำเครื่องอัดเม็ดอาหารสัตว์ในการมาใช้ขึ้นรูปจึงมีการปรับสัดส่วนของตัวประสานเป็น 2 เท่า ของน้ำหนักของเส้นใยธรรมชาติและกากกาแฟ เพื่อให้สามารถขึ้นรูปวัสดุดูดซับของเสี้ยแมวได้ดีขึ้นและได้ปริมาณมากขึ้น

2. นำส่วนผสมจากชุดการทดลองที่ 1-4 มาขึ้นรูปเป็นวัสดุดูดซับของเสี้ยแมว โดยใส่ส่วนผสมที่ได้จาก 4 ชุดการทดลอง ลงในเครื่องอัดเม็ดอาหารสัตว์ ดังแสดงใน Figure 3 (B)

3. นำวัสดุดูดซับของเสี้ยแมวที่ขึ้นรูปแล้วในข้อที่ 2 มาอบแห้งเพื่อกำจัดความชื้นด้วยตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 180 นาที หลังจากนั้นนำไปชั่งน้ำหนักหลังการอบแห้ง

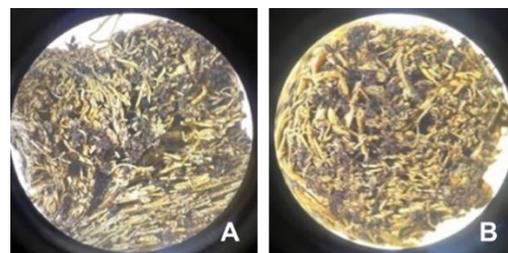


**Figure 3** The process of making cat litter materials  
(A) Mixing natural fibers, coffee grounds and pasty glue;  
(B) Putting mixture in feed pellet machine

**ตอนที่ 3** เปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพของวัสดุดูดซับของเสี้ยแมวจากชานอ้อยและไยมะพร้าว ผสมกากกาแฟและตัวประสานกับวัสดุดูดซับของเสี้ยแมวจากไม้สน

1. การศึกษาสัณฐานวิทยาพื้นผิว

นำวัสดุดูดซับของเสี้ยแมวที่ได้จากชุดการทดลองที่ 1-4 และชุดควบคุม มาศึกษาสัณฐานวิทยาพื้นผิวด้วยกล้องจุลทรรศน์ใช้แสงแบบสเตอริโอ (Stereo microscope) ที่กำลังขยาย 3X โดยตัดวัสดุดูดซับของเสี้ยแมวให้มีความยาว 0.5 เซนติเมตร วางลงบนเพลท แล้วนำไปส่องใต้กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงแบบสเตอริโอ ดังแสดงใน Figure 4



**Figure 4** Surface morphology of cat litter materials studied by stereo microscope  
(3X magnification)  
(A) longitudinal section; (B) cross section

## 2. การวัดค่าสี

นำวัสดุดูดซับของเสียแมวจากชุดการทดลองที่ 1-4 และชุดควบคุม ใส่ลงในแป้นสำหรับวัดค่าสีให้เต็มแล้ววัดค่าสีด้วยเครื่องวัดค่าสี (Color meter) แบบพกพา ทำการทดสอบซ้ำ 3 รอบ และนำค่าที่ได้มาคำนวณหาค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

## 3. การทดสอบการคงรูป

นำวัสดุดูดซับของเสียแมวที่ได้จากชุดการทดลองที่ 1-4 และชุดควบคุม อย่างละ 50 กรัมต่อการทดสอบหนึ่งระดับความสูง ใส่ลงในถุงซิปล็อค จากนั้นทำการปล่อยให้ตกจากที่สูงในระยะเวลาสูงต่าง ๆ ดังนี้ 1, 2 และ 3 เมตร ตามลำดับ แล้วนำมาชั่งน้ำหนักหลังการทดสอบ และบันทึกน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงของตัวอย่าง ทำการทดสอบซ้ำ 3 รอบ และนำค่าที่ได้มาคำนวณหาค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าร้อยละการแตกหัก ดังสมการ

$$\text{ร้อยละการแตกหัก} = \frac{(A - B)}{A} \times 100$$

เมื่อ A = น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม)

B = น้ำหนักสุดท้าย (กรัม)

## 4. การทดสอบการดูดซับน้ำ

นำวัสดุดูดซับของเสียแมวที่ได้จากชุดการทดลองที่ 1-4 และชุดควบคุม อย่างละ 10 กรัม แช่ในน้ำปริมาตร 150 มิลลิลิตร เป็นเวลา 3 นาที จากนั้นเทน้ำออกแล้วกรองเอาวัสดุดูดซับของเสียแมวไว้ เพื่อนำมาชั่งน้ำหนักหลังการทดสอบ และบันทึกน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงของตัวอย่าง ทำการทดสอบซ้ำ 3 รอบ และนำค่าที่ได้มาคำนวณหาค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าร้อยละการดูดซับน้ำ ดังสมการ

$$\text{Absorption (\%)} = \frac{(M_s - M_d)}{M_d} \times 100$$

เมื่อ  $M_s$  คือ น้ำหนักของวัสดุที่ซึมน้ำได้ (กรัม)

$M_d$  คือ น้ำหนักของวัสดุแห้ง (กรัม)

## ตอนที่ 4 การประเมินความพึงพอใจของผู้เลี้ยงแมวที่มีต่อวัสดุดูดซับของเสียแมว

1. ติดต่อประสานงานกับผู้เลี้ยงแมว เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการนำวัสดุดูดซับของเสียแมวไปทดลองใช้กับแมว จำนวน 2 ท่าน ซึ่งท่านที่ 1 เลี้ยงแมวจำนวน 2 ตัว และท่านที่ 2 เลี้ยงแมวจำนวน 1 ตัว โดยเป็นการเลี้ยงในคอนโดและหอพัก รวมจำนวนแมวทั้งหมด 3 ตัว โดยแมวตัวที่ 1 อายุ

ประมาณ 2 ปี ตัวที่ 2 อายุประมาณ 3 ปี และตัวที่ 3 อายุประมาณ 6 เดือน

2. ผลิตวัสดุดูดซับของเสียแมวทั้ง 4 ชุดการทดลอง โดยผลิตชุดการทดลองละ 2,000 กรัม ซึ่งการผลิตวัสดุดูดซับของเสียแมวในอัตราส่วนน้ำหนักของเส้นใยต่อกากกาแฟ 50:50 ใช้น้ำหนักของเส้นใย 1,000 กรัม กากกาแฟ 1,000 กรัม และตัวประสาน 4,000 กรัม และอัตราส่วนน้ำหนักของเส้นใยต่อกากกาแฟ 75:25 ใช้น้ำหนักของเส้นใย 1,500 กรัม และกากกาแฟ 500 กรัม และตัวประสาน 4,000 กรัม

3. นำวัสดุดูดซับของเสียแมวที่ได้จากชุดการทดลองที่ 1-4 ชุดการทดลองละ 700 กรัม เสนอต่อผู้เลี้ยงแมวเพื่อนำไปทดลองใช้กับแมว ดังแสดงใน Figure 5 และนำแบบประเมินความพึงพอใจของผู้เลี้ยงแมวที่มีต่อวัสดุดูดซับของเสียแมว เสนอต่อผู้เลี้ยงแมวเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล



Figure 5 Practical application of the cat litter materials to cats

4. ให้ผู้เลี้ยงแมวทดลองใช้วัสดุดูดซับของเสียแมวกับแมวเป็นระยะเวลา 3 วัน ต่อ 1 ชุดการทดลอง และสังเกตพฤติกรรมของแมว ขณะใช้วัสดุดูดซับของเสียแมวแล้วตอบแบบประเมินความพึงพอใจ

แบบประเมินความพึงพอใจของผู้เลี้ยงแมวที่มีต่อวัสดุดูดซับของเสียแมวที่ใช้แบ่งออกเป็น 2 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 แบบสอบถามความพึงพอใจ ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ จำนวน 12 ข้อ ได้แก่ รูปลักษณะของผลิตภัณฑ์มีความเหมาะสม เช่น สี ขนาด รูปทรง, กลิ่นของวัสดุดูดซับของเสียแมวไม่มีกลิ่นกากกาแฟที่ฉุนจนเกินไป, สามารถดูดซับปัสสาวะของแมวได้, สามารถดูดซับอุจจาระของแมวได้, สามารถควบคุมกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ของเสียแมวได้, จับตัวเป็นก้อน ไม่แตกตัวเป็นผงหลังการปัสสาวะและอุจจาระของแมว, ไม่เป็นฝุ่นและฟุ้งกระจาย, ไม่ติดเท้าแมวหลังการปัสสาวะและอุจจาระ, สามารถตักส่วนที่ใช้

แล้วออกและทำความสะอาดได้ง่าย, ง่ายและสะดวกต่อการกำจัดหลังใช้งาน, ไม่เป็นอันตรายต่อแมว และแมวมีพฤติกรรมยอมรับผลิตภัณฑ์หรือยอมรับถ่ายของเสียลงบนวัสดุดูดซับ และตอนที่ 2 คำถามปลายเปิด จำนวน 3 ข้อ ได้แก่ ท่านมีความคิดเห็นอย่างไร เกี่ยวกับการดูดซับของเสียและการดูดซับกลิ่นของวัสดุดูดซับของเสียแมวจากเส้นใยธรรมชาติผสมกากกาแฟ, พฤติกรรมแมวของท่านเป็นอย่างไร เมื่อใช้ผลิตภัณฑ์วัสดุดูดซับของเสียแมวจากเส้นใยธรรมชาติผสมกากกาแฟ และข้อคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

### 3. ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

#### 3.1. ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพของวัสดุดูดซับของเสียแมว

วัสดุดูดซับของเสียแมวที่ได้จากชุดการทดลองที่ 1-4 มีลักษณะเป็นเม็ด โดยมีความยาวตั้งแต่ 1.7-2.4 เซนติเมตร เนื่องจากความยาวของเส้นใยที่ได้หลังจากการแยกเส้นใยด้วยการต้มกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์มีความยาวที่ต่างกัน แล้วเมื่อนำเส้นใยมาผสมกับกากกาแฟและตัวประสานทำให้การยึดติดกันระหว่างเส้นใย กากกาแฟ และตัวประสานไม่สม่ำเสมอ เนื่องจากการคลุกเคล้าส่วนผสม เมื่อนำมาขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดเม็ดจึงเกิดความคลาดเคลื่อนและ

มีความยาวที่แตกต่างกัน และมีเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 0.52-0.54 เซนติเมตร ซึ่งเส้นใยยึดติดกับกากกาแฟได้ดี มีความแข็งและมีสีน้ำตาลเข้ม ดังแสดงใน Figure 6 และชุดควบคุม คือวัสดุดูดซับของเสียแมวจากไม้สน มีลักษณะเป็นเม็ดขนาดไม่เท่ากัน เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.63 เซนติเมตร มีความแข็งเปราะ และมีสีเหลือง ดังแสดงใน Figure 6

#### 3.2. ผลการศึกษาพื้นฐานวิทยาพื้นผิวของวัสดุดูดซับของเสียแมว

วัสดุดูดซับของเสียแมวที่ได้จากชุดการทดลองที่ 1-4 เส้นใยมะพร้าว มีลักษณะเป็นเส้นยาว ขนาดเล็ก รูปทรงกระบอก สีน้ำตาล ในขณะที่เส้นใยของชานอ้อย มีลักษณะเป็นเส้นสั้น ขนาดเล็ก รูปทรงกระบอก สีเหลืองอ่อน และการจัดเรียงตัวของโครงสร้างของเส้นใยมะพร้าวและชานอ้อยมีความแตกต่างกัน โดยเส้นใยมะพร้าวมีลักษณะพื้นผิวขรุขระ มีจำนวนช่องว่างและรูพรุนจำนวนมาก และมีการเรียงตัวไม่เป็นระเบียบมากกว่าชานอ้อย จึงทำให้การยึดติดกับกากกาแฟและตัวประสาน มีความแตกต่างกัน จึงส่งผลต่อการขึ้นรูปวัสดุดูดซับของเสียแมว ดังแสดงใน Figure 7 (A-D) และชุดควบคุม คือวัสดุดูดซับของเสียแมวจากไม้สน มีลักษณะพื้นผิวขรุขระและอัดแน่นเป็นก้อน ดังแสดงใน Figure 7 (E)

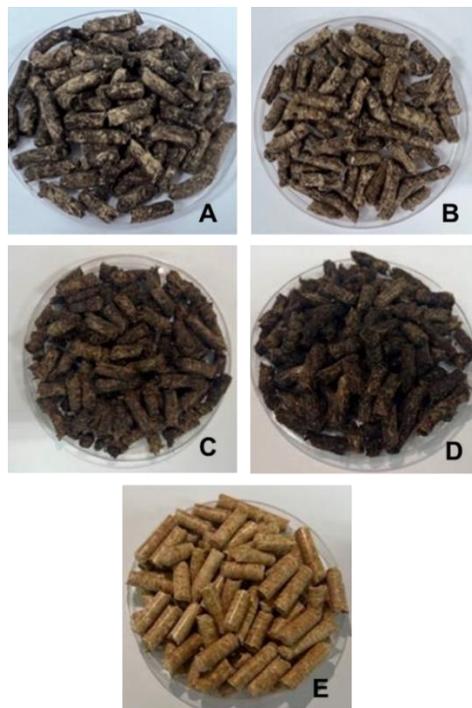


Figure 6 Cat litter materials

(A) bagasse : coffee grounds (50 : 50); (B) bagasse : coffee grounds (75:25); (C) coconut fiber : coffee grounds (50:50); (D) coconut fiber : coffee grounds (75:25); and (E) cat litter made from pinewood

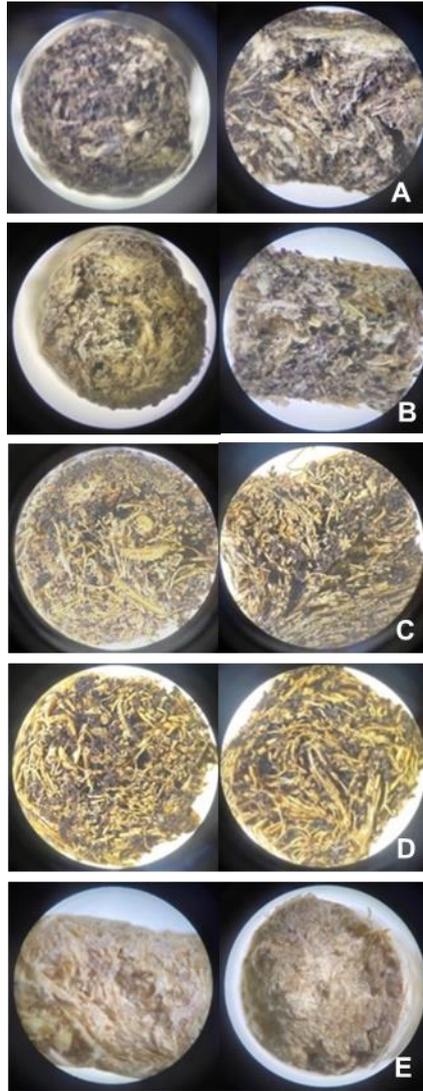


Figure 7 Cross section surface morphology of cat

(A) bagasse : coffee grounds (50 : 50); (B) bagasse : coffee grounds (75:25); (C) coconut fiber : coffee grounds (50:50); (D) coconut fiber : coffee grounds (75:25); and (E) cat litter made from pinewood

### 3.3. ผลการศึกษาค่าสีของวัสดุดูดซับของเสียมะพร้าว

ผลการศึกษาค่าสีของวัสดุดูดซับของเสียมะพร้าวที่มีอัตราส่วนของน้ำหนักของเส้นใยกับกากกาแฟแตกต่างกัน และชุดควบคุม จะมีค่าสี ( $L^* a^* b^*$ ) แตกต่างกัน เนื่องจากโครงสร้างภายในของเส้นใยมีลักษณะที่ต่างกัน สีของเส้นใยที่ได้จึงมีความแตกต่างกัน จึงทำให้ค่าสีของวัสดุดูดซับของเสียมะพร้าวต่างกัน โดยเส้นใยจากขานอ้อยมีสีเหลืองอ่อน ส่วนเส้นใยมะพร้าวมีสีน้ำตาล แล้วเมื่อนำมาผสมกับกากกาแฟจึงทำให้วัสดุดูดซับของเสียมะพร้าวมีสีที่เข้มขึ้น เมื่อนำมาวัดด้วยเครื่องวัดค่าสี พบว่าวัสดุดูดซับของเสียมะพร้าวที่มีค่าความสว่าง ( $L^*$ ) จากมากไปน้อย ดังนี้ ชุดควบคุมคือ วัสดุดูดซับของเสียมะพร้าวจากไม้สน, ชุดการทดลองที่ 4 ไยมะพร้าว : กากกาแฟ

(75:25) , ชุดการทดลองที่ 2 ขานอ้อย : กากกาแฟ (75:25), ชุดการทดลองที่ 3 ไยมะพร้าว : กากกาแฟ (50:50) และชุดการทดลองที่ 1 ขานอ้อย : กากกาแฟ (50:50) โดยมีค่าความสว่าง ( $L^*$ ) ดังนี้ 48.00, 42.63, 42.39, 42.12 และ 41.28 ตามลำดับ และค่าความเป็นสีเขียว ( $-a^*$ ) ถึงสีแดง ( $+a^*$ ) ดังนี้ ชุดควบคุมคือ วัสดุดูดซับของเสียมะพร้าวจากไม้สน, ชุดการทดลองที่ 1 ขานอ้อย : กากกาแฟ (50:50), ชุดการทดลองที่ 4 ไยมะพร้าว : กากกาแฟ (75:25), ชุดการทดลองที่ 3 ไยมะพร้าว : กากกาแฟ (50:50) และ ชุดการทดลองที่ 2 ขานอ้อย : กากกาแฟ (75: 25) โดยมีค่าความเป็นสีเขียว ( $-a^*$ ) ถึงสีแดง ( $+a^*$ ) ดังนี้ 3.95, 1.68, 1.56, 1.35 และ 1.29 ตามลำดับ และค่าความเป็นสีน้ำเงิน ( $-b^*$ ) ถึงสีเหลือง ( $+b^*$ )

ของวัสดุดูดซับของเสียแมว เรียงจากค่าความเป็นสีน้ำเงิน (-b\*) ถึงสีเหลือง (+b\*) ดังนี้ ชุดการทดลองที่ 1 ขานอ้อย : กากกาแฟ (50:50), ชุดการทดลองที่ 2 ขานอ้อย : กากกาแฟ (75:25), ชุดการทดลองที่ 3 ไยมะพร้าว : กากกาแฟ (50:50),

ชุดการทดลองที่ 4 ไยมะพร้าว : กากกาแฟ (75:25) และ ชุดควบคุมคือ วัสดุดูดซับของเสียแมวจากไม้สน โดยมีค่าความเป็นสีน้ำเงิน (-b\*) ถึงสีเหลือง (+b\*) ดังนี้ -0.78, 0.19, 0.42, 0.96 และ 5.25 ตามลำดับ ดังแสดงใน Table 2

Table 2 Color value of cat litter materials

Treatments	Weight ratio of fibers : coffee grounds	Color values		
		L* a* b*	$\bar{X}$	S.D.
1	bagasse : coffee grounds (50 : 50)	L*	41.28	0.52
		a*	1.68	0.07
		b*	-0.78	0.04
2	bagasse : coffee grounds (75 : 25)	L*	42.39	0.23
		a*	1.29	0.03
		b*	0.19	0.02
3	coconut fiber : coffee grounds (50 : 50)	L*	42.12	0.03
		a*	1.35	0.01
		b*	0.42	0.01
4	coconut fiber : coffee grounds (75 : 25)	L*	42.63	0.03
		a*	1.56	0.01
		b*	0.96	0.01
control	cat litter material made from pine wood	L*	48.00	0.02
		a*	3.95	0.01
		b*	5.25	0.07

### 3.4. ผลการศึกษาการคงรูปของวัสดุดูดซับของเสียแมว

ผลการศึกษาการคงรูปของวัสดุดูดซับของเสียแมวจากขานอ้อยและไยมะพร้าว ผสมกากกาแฟและตัวประสานพบว่าที่ระดับความสูง 1 เมตร วัสดุดูดซับของเสียแมวมีสมบัติการคงรูปเรียงจากสูงไปต่ำ ดังนี้ ชุดการทดลองที่ 2 ขานอ้อย : กากกาแฟ (75:25), ชุดการทดลองที่ 4 ไยมะพร้าว : กากกาแฟ (75:25), ชุดการทดลองที่ 1 ขานอ้อย : กากกาแฟ (50:50), ชุดการทดลองที่ 3 ไยมะพร้าว : กากกาแฟ (50:50), และชุดควบคุมคือ วัสดุดูดซับของเสียแมวจากไม้สน โดยมีค่าร้อยละการแตกหัก ดังนี้ 0.14, 0.14, 0.20, 0.20 และ 0.56 ตามลำดับ ดังแสดงใน Table 3 ที่ระดับความสูง 2 เมตร วัสดุดูดซับของเสียแมวมีสมบัติการคงรูปเรียงจากสูงไปต่ำ ดังนี้ ชุดการทดลองที่ 4 ไยมะพร้าว : กากกาแฟ (75:25), ชุดการทดลองที่ 2 ขานอ้อย : กากกาแฟ (75:25), ชุดการทดลองที่ 3 ไยมะพร้าว : กากกาแฟ (50:50), ชุดการทดลองที่ 1 ขานอ้อย : กากกาแฟ (50:50) และชุดควบคุมคือ วัสดุดูดซับของเสียแมวจากไม้สน

โดยมีค่าร้อยละการแตกหัก ดังนี้ 0.20, 0.26, 0.32, 0.36 และ 0.90 ตามลำดับ ดังแสดงใน Table 3 และที่ระดับความสูง 3 เมตร วัสดุดูดซับของเสียแมวมีสมบัติการคงรูปเรียงจากสูงไปต่ำ ดังนี้ ชุดการทดลองที่ 4 ไยมะพร้าว : กากกาแฟ (75:25), ชุดการทดลองที่ 2 ขานอ้อย : กากกาแฟ (75:25), ชุดการทดลองที่ 3 ไยมะพร้าว : กากกาแฟ (50:50), ชุดการทดลองที่ 1 ขานอ้อย : กากกาแฟ (50:50) และชุดควบคุมคือ วัสดุดูดซับของเสียแมวจากไม้สน โดยมีค่าร้อยละการแตกหัก ดังนี้ 0.26, 0.28, 0.36, 0.40 และ 1.04 ตามลำดับ ดังแสดงใน Table 3 ซึ่งสรุปได้ว่า ชุดควบคุมคือ วัสดุดูดซับของเสียแมวจากไม้สนมีสมบัติการคงรูปต่ำกว่าวัสดุดูดซับของเสียแมวจากขานอ้อยและไยมะพร้าวผสมกากกาแฟ และชุดการทดลองที่ 4 ไยมะพร้าว : กากกาแฟ (75:25) มีสมบัติการคงรูปสูงสุดที่ระดับความสูง 1, 2 และ 3 เมตร โดยมีค่าร้อยละการแตกหัก ดังนี้ 0.14, 0.20 และ 0.26 ตามลำดับ ดังแสดงใน Table 3

จากการวิเคราะห์ พบว่าวัสดุดูดซับของเสียมั่วที่มีอัตราส่วนน้ำหนักของเส้นใย : กากกาแฟ (75:25) มีสมบัติการคงรูปที่ดีที่สุด เนื่องจากมีอัตราส่วนน้ำหนักของเส้นใยมาก จึงทำให้มีแรงยึดเกาะระหว่างเส้นใยสูง และจากการเตรียมเส้นใยธรรมชาติ โดยการต้มกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยมวลต่อปริมาตร ทำให้ได้เส้นใยธรรมชาติที่มีช่องว่าง รูพรุน และมีพื้นผิวขรุขระมากขึ้น ซึ่งช่วยเพิ่มการยึดเกาะของเส้นใยได้ นอกจากนี้การใช้ตัวประสานจากแป้งเปียกยังช่วยยึดติดระหว่างเส้นใยกับเส้นใยและกากกาแฟได้ดี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Rattanzpom [6] ที่ได้รายงานว่าคุณสมบัติของเส้นใยมะพร้าวอ่อนที่ผ่านการปรับสภาพด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ มีการแยกตัวของกลุ่มเส้นใย ทำให้เกิดช่องว่างระหว่างเส้นใยเพิ่มมากขึ้น และมีรูพรุนเกิดขึ้นที่พื้นผิวของเส้นใยมากกว่าเส้นใยมะพร้าวอ่อน

ก่อนการปรับสภาพ งานวิจัยของ Asasutjarit et.al. [11] ที่ได้รายงานว่าการปรับเปลี่ยนโครงสร้างพื้นผิวและองค์ประกอบทางเคมีของเส้นใยมะพร้าว โดยการล้างและการต้มทำให้เกิดช่องว่าง และเกิดการบิดเบี้ยวของเส้นใย ซึ่งช่วยเพิ่มการยึดเกาะระหว่างเส้นใยได้ และงานวิจัยของ Bualuang et.al. [12] ที่ได้รายงานว่าการปรับสภาพเส้นใยจากชานอ้อยด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ส่งผลต่อความขรุขระหรือความหยาบที่พื้นผิวของเส้นใยและยังสามารถช่วยกระจายของตัวเส้นใยสามารถเพิ่มการยึดเกาะของเส้นใยได้ อีกทั้งงานวิจัยของ Tanpaiboonkul et.al. [13] ที่ได้รายงานว่า ตัวประสานแป้งมันสำปะหลังและกากมันสำปะหลังมีเนื้อแป้งประกอบไปด้วยอะไมโลสและอะไมโลเพกตินทำให้เกิดเจลลาดินเมื่อได้รับความร้อน ทำให้เป็นตัวเชื่อมประสานให้มีความแข็งแรงและทนทาน

Table 3 Fracture percentage of cat litter materials

Treatments	Weight ratio of fibers : coffee grounds	Fracture percentage (%)					
		1 meter		2 meters		3 meters	
		$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.
1	bagasse : coffee grounds (50 : 50)	0.20	0.03	0.36	0.06	0.40	0.03
2	bagasse : coffee grounds (75 : 25)	0.14	0.03	0.26	0.03	0.28	0.03
3	coconut fiber : coffee grounds (50 : 50)	0.20	0.03	0.32	0.03	0.36	0.00
4	coconut fiber : coffee grounds (75 : 25)	0.14	0.03	0.20	0.03	0.26	0.03
control	cat litter material made from pine wood	0.56	0.04	0.90	0.12	1.04	0.09

### 3.5. ผลการศึกษาการดูดซับน้ำของวัสดุดูดซับของเสียมั่ว

ผลการศึกษาการดูดซับน้ำของวัสดุดูดซับของเสียมั่วจากชานอ้อยและใยมะพร้าว ผสมกากกาแฟ และตัวประสานพบว่า ค่าร้อยละการดูดซับน้ำของวัสดุดูดซับของเสียมั่วมีสมบัติการดูดซับน้ำเรียงจากมากไปน้อย ดังนี้ ชุดการทดลองที่ 2 ชานอ้อย : กากกาแฟ (75:25), ชุดการทดลองที่ 4 ใยมะพร้าว : กากกาแฟ (75:25), ชุดการทดลองที่ 1 ชานอ้อย : กากกาแฟ (50:50), ชุดการทดลองที่ 3 ใยมะพร้าว : กากกาแฟ (50:50) โดยมีค่าร้อยละการดูดซับน้ำ ดังนี้ 281.94, 210.41, 151.98 และ 109.27 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมพบว่า สมบัติการดูดซับน้ำของชุดการทดลองที่ดีที่สุดคือ ชุดการทดลองที่ 2 ชานอ้อย : กากกาแฟ (75:25) มีค่าร้อยละการดูดซับน้ำ คือ 281.94 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าชุดควบคุมคือวัสดุ

ดูดซับของเสียมั่วจากไม้สนที่มีค่าร้อยละการดูดซับน้ำ คือ 326.51 ดังแสดงใน Table 4

จากการวิเคราะห์ พบว่าวัสดุดูดซับของเสียมั่วที่มีอัตราส่วนน้ำหนักของชานอ้อย : กากกาแฟ (75:25) มีสมบัติการดูดซับน้ำที่ดีที่สุด เนื่องจากเส้นใยจากพืชในธรรมชาติมีองค์ประกอบทั่วไป คือ เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส ลิกนิน เพกติน และแว็กซ์ โดยมีเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบหลัก ซึ่งมีสมบัติในการดูดซับน้ำได้ดี [2] โดยชานอ้อยมีปริมาณเซลลูโลส ร้อยละ 48.5 น้ำร้อยละ 48 น้ำตาลร้อยละ 3 และสารประกอบอื่น ๆ ร้อยละ 0.5 ซึ่งมีองค์ประกอบโดยส่วนใหญ่เป็นเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน [4] และเนื่องจากกากกาแฟ มีลักษณะเป็นลิกโนเซลลูโลส ประกอบด้วย เซลลูโลสร้อยละ 51.5 และเฮมิเซลลูโลสร้อยละ 40.45 ซึ่งมีคุณสมบัติคือความสามารถในการกักเก็บน้ำที่ดี [14] แต่เมื่อเปรียบเทียบกับ

วัสดุดูดซับของเสียแมวจากไม้สนพบว่า วัสดุดูดซับของเสียแมวที่มีอัตราส่วนน้ำหนักของขานอ้อย : กากกาแฟ (75:25) ยังมีสมบัติการดูดซับน้ำต่ำกว่า เนื่องจากต้องใช้ปริมาณตัวประสานค่อนข้างมากในการขึ้นรูปและอัดเป็นเม็ดจึงส่งผลให้โมเลกุลของน้ำแทรกเข้าไปในวัสดุดูดซับของเสียแมวได้ยาก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Saovalag et.al. [15] ที่ได้รายงานว่าสิ่งที่มีผลต่อค่าการซึมน้ำคือ ปริมาณของแป้งเปียกที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากแป้งเปียกทำให้ลักษณะโครงสร้างของวัสดุมีความ

แข็งแรงแน่น เกิดการจับตัวรวมตัวกันเหนียวแน่นของวัตถุ ทำให้การซึมน้ำของวัสดุลดลงและงานวิจัยของ Ninlanon et.al. [16] ที่ได้รายงานว่า ความสมดุลในสัดส่วนของเส้นใยและแป้งมันสำปะหลังมีผลต่อค่าความต้านทานของน้ำในภาวะที่ขึ้นรูป ซึ่งถ้าสัดส่วนของเส้นใยน้อยกว่าหรือมากกว่า แป้งมันสำปะหลัง ความสามารถในการเป็นตัวประสานในการยึดเกาะของแป้งมันสำปะหลังในส่วนผสมจึงลดลง มีผลต่อความต้านทานการซึมผ่านของน้ำลดลง

Table 4 Water absorption percentage of cat litter materials

Treatments	Weight ratio of fibers : coffee grounds	Water absorption percentage (%)				
		W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>3</sub>	$\bar{X}$	S.D.
1	bagasse : coffee grounds (50 : 50)	155.69	149.70	150.55	151.98	3.24
2	bagasse : coffee grounds (75 : 25)	277.12	286.85	281.84	281.94	4.87
3	coconut fiber : coffee grounds (50 : 50)	105.69	107.57	114.54	109.27	4.66
4	coconut fiber : coffee grounds (75 : 25)	208.69	210.09	212.45	210.41	1.90
control	cat litter material made from pine wood	325.45	328.33	325.75	326.51	1.58

### 3.6. ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เลี้ยงแมวที่มีต่อวัสดุดูดซับของเสียแมวจากเส้นใยธรรมชาติผสมกากกาแฟ

ผลการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อวัสดุดูดซับของเสียแมวจากขานอ้อยและใยมะพร้าว ผสมกากกาแฟและตัวประสาน พบว่า ในตอนที่ 1 ชุดการทดลองที่ 1 ขานอ้อย : กากกาแฟ (50:50) มีระดับความพึงพอใจในภาพรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.00 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.43 ซึ่งแสดงว่าได้รับความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ชุดการทดลองที่ 2 ขานอ้อย : กากกาแฟ (75:25) มีระดับความพึงพอใจในภาพรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.04 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.44 ซึ่งแสดงว่าได้รับความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ชุดการทดลองที่ 3 ใยมะพร้าว : กากกาแฟ (50:50) มีระดับความพึงพอใจในภาพรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.71 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.20 ซึ่งแสดงว่าได้รับความ

พึงพอใจอยู่ในระดับมาก และชุดการทดลองที่ 4 มะพร้าว : กากกาแฟ (75:25) มีระดับความพึงพอใจในภาพรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.92 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.46 ซึ่งแสดงว่าได้รับความ พึงพอใจอยู่ในระดับมาก ดังแสดงใน Table 5 และในตอนที่ 2 ผู้เลี้ยงแมวได้แสดงความคิดเห็นในลักษณะที่คล้ายกัน ดังนี้ คำถามปลายเปิดข้อที่ 1 มีความเห็นว่าวัสดุดูดซับของเสียแมวดูดซับปัสสาวะได้น้อยและช้า แต่สามารถดูดซับกลิ่นได้ดี และไม่จับตัวเป็นก้อน ทำให้เวลาตักแยกส่วนที่ใช้แล้วออกยาก คำถามปลายเปิดข้อที่ 2 มีความเห็นว่าแมวต้องใช้เวลาในการปรับตัวเข้ากับวัสดุดูดซับของเสียแมวใหม่ แต่สามารถใช้งานได้เหมือนวัสดุดูดซับของเสียแมวทั่วไป และคำถามปลายเปิด ข้อที่ 3 มีความเห็นว่าควรปรับลดขนาดลง ทำสีให้มีความจางลง และควรใช้เวลาในการทดลองใช้วัสดุดูดซับของเสียแมวให้นานมากขึ้น

Table 5 Assessing the satisfaction of the cat's owner toward the cat litter materials

Treatments	Weight ratio of fibers : coffee grounds	$\bar{X}$	S.D.	Level
1	bagasse : coffee grounds (50 : 50)	4.00	0.43	high
2	bagasse : coffee grounds (75 : 25)	4.04	0.44	high
3	coconut fiber : coffee grounds (50 : 50)	3.71	0.20	high
4	coconut fiber : coffee grounds (75 : 25)	3.92	0.46	high

#### 4. บทสรุปและข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพของวัสดุดูดซับของเสียแมวกจากเส้นใยธรรมชาติ ได้แก่ ขานอ้อยและใยมะพร้าว ผสมกากกาแฟ และตัวประสาน และเพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เลี้ยงแมวที่มีต่อวัสดุดูดซับของเสียแมวกจากเส้นใยธรรมชาติ ได้แก่ ขานอ้อย และใยมะพร้าวผสมกากกาแฟและตัวประสาน ซึ่งในการทดลองผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเบื้องต้น โดยผลิตวัสดุดูดซับของเสียแมวกจากเส้นใยธรรมชาติ ได้แก่ ขานอ้อย ผักตบชวา และใยมะพร้าว และแบ่งการทดลองออกเป็น 6 ชุดการทดลอง จากนั้นนำมาทดสอบสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ สัมฐานวิทยาพื้นผิว ค่าสี การคงรูป และการดูดซับน้ำ ซึ่งพบว่าวัสดุดูดซับของเสียแมวกที่ได้จากผักตบชวามีสมบัติทางกายภาพที่ต่ำกว่าวัสดุดูดซับของเสียแมวกที่ได้จากขานอ้อยและใยมะพร้าว ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงนำขานอ้อยและใยมะพร้าวมาพัฒนาเป็นวัสดุดูดซับของเสียแมวกเพื่อนำไปทดลองใช้กับแมว 3 โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 4 ชุดการทดลอง ซึ่งผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพ และผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้เลี้ยงแมวที่มีต่อวัสดุดูดซับของเสียแมวกได้ผลดังนี้

ผลการศึกษาสัมฐานวิทยาพื้นผิวของวัสดุดูดซับของเสียแมวกจากขานอ้อยและใยมะพร้าว ผสมกากกาแฟและตัวประสานพบว่า วัสดุดูดซับของเสียแมวกมีพื้นผิวขรุขระ มีรูพรุน และมีการจัดเรียงตัวของเสียใยไม่เป็นระเบียบ และพบการกระจายตัวของเส้นใยจากใยมะพร้าวมากกว่าเส้นใยขานอ้อย เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุดูดซับของเสียแมวกจากไม้สนพบว่า มีพื้นผิวขรุขระ และอัดแน่นเป็นก้อน ผลการศึกษาค่าสีของวัสดุดูดซับของเสียแมวกพบว่า ชุดการทดลองที่ 4 ใยมะพร้าว : กากกาแฟ (75 : 25) มีค่าความสว่าง ( $L^*$ ) สูงที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 42.63 เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุดูดซับของเสียแมวกจากไม้สนพบว่า มีค่าความสว่าง ( $L^*$ ) เท่ากับ 48.00 ซึ่งมีโมโนสีที่สว่างกว่าวัสดุดูดซับของเสียแมวกจากขานอ้อยและใยมะพร้าว ผสมกากกาแฟและตัวประสาน

ผลการศึกษาการคงรูปของวัสดุดูดซับของเสียแมวกพบว่า ชุดการทดลองที่ 4 ใยมะพร้าว : กากกาแฟ (75:25) มีสมบัติการคงรูปดีที่สุดที่ระดับความสูง 1, 2 และ 3 เมตรซึ่งมีค่าร้อยละการแตกหัก เท่ากับ 0.14, 0.20 และ 0.26 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุดูดซับของเสียแมวกจากไม้สนพบว่า การทดสอบการคงรูปที่ความสูง 1 2 และ 3 เมตร มีค่าร้อยละการแตกหัก เท่ากับ 0.56 0.90 และ 1.04 ตามลำดับ ซึ่งวัสดุดูดซับของเสียแมวกจากชุดการทดลองที่ 4 ใยมะพร้าว :

กากกาแฟ (75:25) มีสมบัติการคงรูปดีกว่าวัสดุดูดซับของเสียแมวกจากไม้สนทั้ง 3 ระดับความสูง และผลการศึกษาการดูดซับน้ำของวัสดุดูดซับของเสียแมวกพบว่า ชุดการทดลองที่ 2 ขานอ้อย : กากกาแฟ (75:25) มีค่าร้อยละการดูดซับน้ำที่ดีที่สุด ซึ่งมีค่าร้อยละการดูดซับน้ำ เท่ากับ 281.94 เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุดูดซับของเสียแมวกจากไม้สนพบว่า มีค่าร้อยละการดูดซับน้ำ เท่ากับ 326.51 ซึ่งมีค่าร้อยละการดูดซับน้ำสูงกว่าชุดการทดลองที่ 2

ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้เลี้ยงแมวที่มีต่อวัสดุดูดซับของเสียแมวกจากขานอ้อยและใยมะพร้าวผสมกากกาแฟ และตัวประสานพบว่า วัสดุดูดซับของเสียแมวกจากทั้ง 4 ชุดการทดลอง ได้ผลการประเมินความพึงพอใจจากผู้เลี้ยงแมวอยู่ในระดับมาก ซึ่งชุดการทดลอง ที่ 2 ขานอ้อย : กากกาแฟ (75:25) ได้ผลการประเมินความพึงพอใจจากผู้เลี้ยงแมวสูงที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.04 และจากข้อคำถามปลายเปิด ผู้เลี้ยงแมวให้ข้อคิดเห็นว่า วัสดุดูดซับของเสียแมวกจากขานอ้อยและใยมะพร้าว ผสมกากกาแฟและตัวประสาน สามารถดูดซับกลิ่นได้ดีและสามารถใช้งานได้เช่นเดียวกับวัสดุดูดซับของเสียแมวกทั่วไป และให้ข้อเสนอแนะว่าควรปรับลดขนาดและปรับสีของวัสดุดูดซับของเสียแมวกให้โดดเด่น

#### ข้อเสนอแนะ

##### 1. ข้อเสนอแนะในการนำผลงานวิจัยไปใช้

1.1. ควรทำการกระจายเส้นใยเส้นใยธรรมชาติให้แยกกันดีก่อนการผสมตามอัตราส่วนผสมของเส้นใยต่อกากกาแฟ เพื่อให้ส่วนผสมเข้ากันได้ดี

1.2. ควรทำความสะอาดเครื่องอัดเม็ดทุกครั้งหลังใช้งาน เนื่องจากแป้งเปียกที่ติดอยู่ในเครื่องอัดเม็ด เมื่อแห้งแล้วจะเกิดความแข็ง และติดอยู่ที่ตัวเครื่อง ทำให้เครื่องอัดเม็ดอาจชำรุดระหว่างการใช้งาน

1.3. ควรใช้ระยะเวลาเพิ่มขึ้นในการนำวัสดุดูดซับของเสียแมวกไปทดลองใช้กับแมว เนื่องจากแมวต้องใช้เวลาในการปรับตัวให้เข้ากับวัสดุดูดซับของเสียแมวกใหม่

##### 2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1. ควรศึกษาสมบัติทางกายภาพเรื่องการดูดซับกลิ่นของวัสดุดูดซับของเสียแมวก เนื่องจากสมบัติการดูดซับกลิ่นเป็นหนึ่งในสมบัติของวัสดุดูดซับของเสียแมวกที่สำคัญ

2.2. ควรปรับสีวัสดุดูดซับของเสียแมวกให้จางลงหรือมีสีที่แตกต่างจากของเสียแมวก เนื่องจากสีของวัสดุดูดซับของเสียแมวกมีความคล้ายคลึงกับของเสียแมวก

2.3. ควรปรับขนาดของวัสดุดูดซับของเสียแมวให้มีขนาดเล็กลง เนื่องจากวัสดุดูดซับของเสียแมวที่ได้มีขนาดใหญ่กว่าวัสดุดูดซับของเสียแมวทั่วไป ทำให้เวลาที่นำไปทดลองใช้กับแมว แมวไม่คุ้นชินจึงต้องใช้เวลาในการทดลองเพิ่มขึ้นเพื่อให้แมวมีเวลาในการปรับตัว

## 5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมูลนิธิทาคาฮาชิ และขอขอบคุณภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ในการอนุเคราะห์วัสดุ อุปกรณ์ และสถานที่

## 6. References

- [1] Chetjai, N. 2019. **Development of Absorbent Cat Litter Material from Cassava Waste**. Ph.D. Thesis, Thammasat University. (in Thai)
- [2] Maharatchamongkol, K. 2015. **The Silane Treatment on the Surface of Cellulose Fiber from Rice Straw as a Reinforced Material in Epoxy Resin**. Ph.D. Thesis, Silpakorn University. (in Thai)
- [3] Homkhiew, C. and et al. 2015. Effect of temperatures and water types on water absorption of rubberwood flour-polypropylene composites. **Ladkrabang Engineering Journal**. 32(2): 49-54. (in Thai)
- [4] Pranudta, A., Champreecha, W. and Piyamongkala, K. 2017. Adsorption of cutting fluid from turning process by using modified sugarcane bagass as adsorbent. **Srinakharinwirot University Engineering Journal**. 12(2): 26-35. (in Thai)
- [5] Ramlee, A.N. and et al. 2021. Effect of surface treatment on mechanical, physical and morphological properties of oil palm/bagasse fiber reinforced hybrid composites for wall thermal insulation application. **Construction and Building Materials**. 276(174): 12239.
- [6] Rattanzporn, K. 2019. **Improvement of Green Coconut Fiber Properties by Cellulase Enzyme for Yarn Production**. Ph.D. Thesis, Rajamangala University of Technology Thanyaburi. (in Thai)
- [7] Chinnasarn, S. and Chinnasarn K. 2015. **Extraction and Utilization of Dietary Fiber and Cellulose from Coconut Residue for Value Creation of Agricultural By-products and Mass Transfer Prediction Models during Frying Process**. <https://buuir.buu.ac.th/handle/1234567890/1649>. Accessed 19 August 2023. (in Thai)
- [8] Jiajitsawat, S. and Nochaiya, T. 2015. **Production of Thermal Insulator from Water Hyacinth Fiber and Natural Rubber Latex**. <https://nuir.lib.nu.ac.th/dspace/bitstream/123456789/905/1/Fulltext.pdf>. Accessed 19 August 2023. (in Thai)
- [9] Borkaew, K. 2017. **Preparation of Polymer Composite from Biodegradable Polymers and Coffee Bean Waste for Agriculture Application**. Ph.D. Thesis, Silpakorn University. (in Thai)
- [10] Phanomchaisawang, P. and et al. 2022. Ammonium and orthophosphate adsorption efficiency of coffee ground and coffee ground charcoal. **KKU Research Journal**. 22(2): 22-33. (in Thai)
- [11] Asasutjarit, C. and et al. 2009. Materials and mechanical properties of pretreated coir-based green composites. **Composites Part B: Engineering**. 40(7): 633-637.
- [12] Bualuang, T., Akemongkongruek, A. and Saowapark, T. 2024. Effect of modified bagasse fiber on mechanical properties of natural rubber. In: **Proceedings of the 16<sup>th</sup> NPRU National Academic Conference 2024**, 4-5 July 2024. Nakhon Pathom, Thailand. (in Thai)

- [13] Tanpaiboonkul, N. and et al. 2022. Biodegradable pots from water hyacinth using cassava starch and cassava pulp as binder. **Huachiew Chalermprakiet Science and Technology Journal**. 8(1): 56-69. *(in Thai)*
- [14] Balleasteros, L.F., Teixeira, J.A. and Mussatto, S.M. 2014. Chemical, functional, and structural properties of spent coffee grounds and coffee silverskin. **Food and Bioprocess Technology**. 7(9): 3493-3503.
- [15] Saovalag, C., Chulacupt, S. and Boonyobhas, S. 2020. Development of property materials forming from Bamboo Sheath for produce Biodegradable Pot. In: **Proceedings of Global Goals, Local Actions: Looking Back and Moving Forward 2020**, 27 March 2020. Bangkok, Thailand. *(in Thai)*
- [16] Ninlanon, W. and et al. 2021. Development of packaging from durian rind fibers using bleached and unbleached fibers. **Journal of Science and Technology Mahasarakham University**. 40(6): 422-429. *(in Thai)*