

สมบัติทางกายภาพของวัสดุรองนอนสำหรับสัตว์ทดลอง  
จากกระดาษนำกลับมาใช้ใหม่ร่วมกับลำต้นเทียมกล้วย  
The Physical Properties of Animal Laboratory Bedding  
from Reused Paper Combine with Banana Pseudostem

บันทิตา ใจปิ่นตา<sup>1\*</sup>, สิทธิศักดิ์ ปิ่นมงคลกุล<sup>2</sup>  
Banthita Jaipinta<sup>1\*</sup>, Sitthisak Pinmongkhulgul<sup>2</sup>

#### บทคัดย่อ

การศึกษาสมบัติทางกายภาพของกระดาษนำกลับมาใช้ใหม่ร่วมกับลำต้นเทียมกล้วย เพื่อใช้เป็นวัสดุรองนอนสำหรับสัตว์ทดลอง โดยเปรียบเทียบกับวัสดุรองนอนทางการค้า ได้แก่ ซี้กบไม้สนขาวและซี้กบข้าวโพด โดยทดสอบปริมาณความชื้นของวัสดุ ปริมาตรรูพรุนเปิด การดูดซึมน้ำโดยน้ำหนัก ความพรุนปรากฏ และการสูญเสียความชื้นสะสมของวัสดุ พบว่าอัตราส่วน 9:1 (ลำต้นเทียม:กระดาษนำกลับมาใช้ใหม่) เป็นอัตราส่วนที่มีคุณสมบัติทางกายภาพความเหมาะสมมากที่สุดในการนำมาใช้เป็นวัสดุรองนอนสำหรับสัตว์ทดลอง จึงเป็นวัสดุรองนอนสำหรับสัตว์ทดลองได้จริง และทดแทนซี้กบไม้สนขาวและซี้กบข้าวโพดได้

**คำสำคัญ:** ลำต้นเทียมกล้วย, วัสดุรองนอน, แผ่นเส้นใยกล้วย, กระดาษนำกลับมาใช้ใหม่

<sup>1</sup>สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม วิทยาลัยพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา 56000  
Department of Environmental Science, School of Energy and Environment University of Phayao,  
Phayao 56000 Thailand

<sup>2</sup>สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา 56000  
Department of Biology, School of Science University of Phayao, Phayao 56000 Thailand

\*Corresponding author. E-mail: banthitajaipinta@gmail.com

## Abstract

The study physical properties of reused paper combine with banana pseudostem for animal laboratory bedding was tested of physical moisture content, properties of humidifier open porosity, water absorption by weight, apparent porosity and moisture lose from materials compared with commercial bedding from white pine shavings and corn cob. The result showed the ratio of banana pseudostem and reused paper in 9:1 was the highest physical properties and suitable for animal laboratory bedding. The banana pseudostem combine with reused paper can be applied and use as commercial bedding replacement.

**Keywords:** pseudo banana stems, bedding, sheets of banana fibers, reused paper

## 1. บทนำ

ประเทศไทยมีนโยบายการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศภายใต้นโยบาย Thailand 4.0 โดยเป็นรูปแบบที่มีการผลักดันการปฏิรูปโครงสร้างเศรษฐกิจ การปฏิรูปการวิจัย รวมถึงการปฏิรูปการศึกษาโดยส่งเสริมด้านนวัตกรรม วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี

ในการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์สุขภาพ จำเป็นต้องมีการวิจัยและพัฒนาเกี่ยวกับการผลิตยา สมุนไพร วัคซีน และอาหาร ซึ่งการวิจัยดังกล่าวจำเป็นต้องใช้สัตว์ทดลองเพื่อให้ได้งานวิจัยที่มีคุณภาพและสามารถพัฒนาต่อยอดผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพต่อไป

ดังนั้นการเลี้ยงและการดูแลสัตว์ทดลองเพื่องานทางวิทยาศาสตร์จึงต้องมีมาตรฐานเพื่อให้สัตว์ทดลองต้องได้อยู่ดี กินดี มีสุขภาพดี

ไม่เครียด ไม่ติดเชื้อ (สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2555-2559) ในปัจจุบันด้าน “อยู่ดี” การเลือกวัสดุรองนอนจึงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับสัตว์ทดลองและมีความสำคัญต่อการเลี้ยง

วัสดุรองนอนสำหรับสัตว์ทดลอง เป็นวัสดุที่ใช้รองรับปัสสาวะ และอุจจาระสัตว์โดยใส่ไว้ในกรงร่วมกับสัตว์ (สัมผัสกับตัวสัตว์) หรือใส่ในถาดรองกรง (ไม่สัมผัสกับตัวสัตว์) สมบัติสำคัญของวัสดุรองนอน ได้แก่ ความสามารถในการดูดซับน้ำได้ดี และไม่เลอะหรือเปื้อยอยู่เมื่อโดนน้ำ ไม่เป็นฝุ่น ไม่ติดกับตัวสัตว์หรือกรง ไม่แหลมคม ไม่สามารถก่อให้เกิดการบาดเจ็บต่อสัตว์ได้ สัตว์ไม่กิน มีลักษณะเนื้อเส้นใยไม่แข็งกระด้าง ปราศจากสารเคมี สารพิษ สี สารระเหยต่างๆ ปราศจากแมลง เชื้อจุลินชีพ ไซแพยาธิ สปอร์

เชื่อว่า ควรมีค่าความชื้นอยู่ระหว่าง 6-12% (w.b.) ขจัดออกจากทรงได้ง่าย สามารถย่อยสลายได้ง่าย และขนย้ายได้สะดวก ประคน จาติกวนิช, (2542) ปัจจุบันวัสดุรองนอนสำหรับสัตว์ทดลองที่ใช้เป็น อินทรีย์วัตถุซึ่งได้จากธรรมชาติ เช่น ชีบจากไม้ (wood shaving) นอกจากนี้อาจเป็นผลผลิตทาง อุตสาหกรรม เช่น กระดาษ และไฟเบอร์ เซลลูโลส (cellulose fiber) เป็นต้น

Lynch and Jones (1998) กล่าวว่า โดยทั่วไปแล้ว ชีบของไม้ซีดาร์และไม้สน จะไม่นำมาใช้กับสัตว์ทดลอง แม้ว่าจะมีการขายปลีก มากในร้านขายอุปกรณ์สำหรับสัตว์เลี้ยง สาเหตุ ที่ไม่นำไม้ซีดาร์และไม้สนมาใช้กับสัตว์ทดลอง เนื่องจากพบว่ามี plicatic acid ในไม้ซีดาร์ และ มี abeitic acid ในไม้สน ซึ่งสารพวกนี้มีผลต่อ สุขภาพของสัตว์และรวมถึงสุขภาพของคนด้วย

การนำซังข้าวโพดที่เป็นส่วนของชั้น wood ring มาผลิตวัสดุรองนอนสำหรับ ส่วนชั้น อื่น ๆ (pith และ chaff) จะไม่นำมาใช้ส่วนประกอบ ของซังข้าวโพด วัสดุรองนอนชนิดนี้มีขนาด สม่าเสมอประมาณ 1/8 นิ้ว (3.2 มิลลิเมตร), 1/4 นิ้ว (6.4 มิลลิเมตร) และขนาดผสมระหว่าง 1/8 นิ้ว และ 1/4 นิ้ว โดยวัสดุจะไม่แหลมคม ดูดซึมน้ำได้ดี ความชื้นประมาณ 10% ใช้ได้นานและ ปราศจากเชื้อโรคและสารเคมีตกค้างที่เป็น อันตรายต่อสัตว์ทดลอง สมบัติที่พิเศษอีกอย่าง ของซังข้าวโพด คือ เมื่อสัตว์ขับถ่ายของเหลวลง วัสดุรองนอนของเหลวจะซึมลงด้านล่าง ทำให้ วัสดุด้านล่างเปียกส่วนด้านบนแห้ง ซึ่งทำให้ตัว สัตว์แห้ง ไม่เปียกชื้น ผู้ทำวิจัยได้สังเกตเห็น

ความสำคัญของการเลือกใช้วัสดุอื่นทดแทนการ ใช้วัสดุรองนอน ประเภทขี้กบและขี้เลื่อยที่ต้อง รับซื้อเข้ามาใช้เลี้ยงสัตว์ทดลอง และยังไม่ สามารถหาแหล่งวัตถุดิบที่มีคุณภาพได้ตาม กำหนดมาตรฐาน ดังนั้นจึงได้เริ่มศึกษาข้อมูลการ ใช้วัสดุท้องถิ่นและวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร บางชนิดนำมาผลิตเป็นวัสดุรองนอนสำหรับ สัตว์ทดลอง โดยให้ความสำคัญในการเลือกใช้ ทรัพยากรท้องถิ่นที่มีศักยภาพในการผลิตด้าน คุณสมบัติและปริมาณ การศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้ เลือกใช้ต้นกล้วยนำมาพัฒนาเป็นวัสดุรองนอน สำหรับสัตว์ทดลอง เพราะเมื่อทำให้แห้งแล้วจะมี คุณสมบัติดูดซับน้ำได้ดี เนื่องจาก เฮมิเซลลูโลส (hemicellulose) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งขององค์ประกอบ ทางเคมีของเส้นใย เป็นสารคาร์โบไฮเดรตที่มี โครงส่วนใหญ่ไม่เป็นระเบียบ จึงดูดซึมน้ำได้ดี และมีผลช่วยให้เส้นใยพองตัวได้รวดเร็ว (สุจยา ฤทธิศรและคณะ, 2554) และเส้นใยกล้วยมีความ เหนียวและไม่เป็นฝุ่น ตลอดจนต้นกล้วยเป็นพืชที่ ปลุกกันแพร่หลาย มีทั้งการปลูกแบบครัวเรือน และการปลูกในเชิงเศรษฐกิจ ทำให้มีปริมาณ เพียงพอต่อกำลังการผลิตและแปรรูปเป็นวัสดุ รองนอนสำหรับสัตว์ทดลอง เป็นต้น

## 2. วิธีการดำเนินการวิจัย

### วิธีการทำแผ่นเส้นใยกล้วย

เตรียมลำต้นเทียมกล้วย ทำให้มีขนาด น้อยกว่า 0.5 เซนติเมตร โดยใช้เครื่องหั่น เตรียม กระดาษที่นำกลับมาใช้ใหม่ ที่ถูกทำลายหรือย่อย

แล้ว นำมาปั่นรวมกับลำต้นเทียมกล้วย ตาม น้ำหนักอัตราส่วนต่าง ๆ (ลำต้นเทียมกล้วย: กระดาษที่นำกลับมาใช้ใหม่) ได้แก่ 9:1, 8:2, 7:3, 6:4 และ 5:5 น้ำหนักต่อน้ำหนัก โดยเครื่องย่อย เส้นใย จนละเอียด แล้วนำไปขึ้นรูป โดยใช้ตะแกรง ดาข่าย นำไปอบลมร้อนที่ อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อวัสดุแห้ง นำบรรจุถุงกระดาษ (ที่สามารถบดบึงฆ่าเชื้อได้) แล้วนำไปอบนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์/ตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที

### การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ

มีการทดสอบดังนี้ การทดสอบความชื้นของวัสดุ การทดสอบดูดซึมน้ำโดยน้ำหนัก การทดสอบความหนาแน่นกอง การทดสอบการสูญเสียความชื้นสะสม การทดสอบปริมาตรของรูพรุนเปิด และการทดสอบความพรุนปรากฏ

### ตารางที่ 1

สมบัติทางกายภาพประเภทความชื้นของวัสดุทั้ง 7 ตัวอย่าง ของวัสดุรอนอน

วัสดุที่นำมาทดสอบ (ลำต้นเทียมกล้วย:กระดาษนำกลับมาใช้ใหม่)	ความชื้นของวัสดุ (%) $\pm$ SD
9:1	8.15 $\pm$ 2.89
8:2	4.69 $\pm$ 3.07
7:3	3.12 $\pm$ 1.78
6:4	2.94 $\pm$ 1.00
5:5	2.08 $\pm$ 0.51
ซีกบไม้สนขาว	6.66 $\pm$ 1.47
ซีกบไม้สนขาว	6.32 $\pm$ 1.46

โดยวิธีการของ จันทรจิรา วงศ์อารีไท และคณะ, (2559)

นำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์ และเปรียบเทียบจากอัตราส่วนต่างๆของแผ่นเส้นใยกล้วยทั้ง 5 อัตราส่วน เปรียบเทียบกับซีกบไม้สนขาวและซีกบไม้สนขาวเพื่อเป็นการคัดเลือกวัสดุรอง สำหรับสัตว์ทดลองต่อไป

### 3. ผลการวิจัย

#### ผลการศึกษสมบัติทางกายภาพ

วัสดุที่มีความชื้นอยู่ในช่วง 6-12% ซึ่งเป็นความชื้นเหมาะสมสำหรับใช้เป็นวัสดุรองนอนสำหรับสัตว์ ประคน จาติควนิช, (2542) ได้กล่าวไว้ วัสดุที่นำมาทดสอบ ทั้ง 7 ตัวอย่าง มีแผ่นเส้นใยกล้วย อัตราส่วน 9:1 (W/W) ซีกบไม้สนขาวและซีกบไม้สนขาว ที่อยู่ในช่วงที่มีความชื้นเหมาะสม (ตารางที่ 1)

### การทดสอบปริมาตรของรูพรุนเปิด

การทดสอบปริมาตรรูพรุนเปิดของวัสดุที่นำมาทดสอบ พบว่าอัตราส่วน 9:1 มีปริมาตรรูพรุนเปิดสูงสุดเท่ากับ 32.33 (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร) และวัสดุที่นำมาทดสอบปริมาตรรูพรุนเปิดต่ำสุดเท่ากับ 5.83 (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร) คือซังข้าวโพด

เมื่อนำวัสดุรองนอนซังกับไม้สนขาวกับซังข้าวโพดที่นิยมใช้ในปัจจุบันมาเปรียบเทียบกับวัสดุรองนอนตามอัตราส่วนต่างๆ พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 2)

### การทดสอบการดูดซึมน้ำโดยน้ำหนัก

การทดสอบการดูดซึมน้ำโดยน้ำหนักของวัสดุที่นำมาทดสอบ พบว่าอัตราส่วน 9:1 มีการดูดซึมน้ำโดยน้ำหนักสูงสุดเท่ากับ 646.67% และวัสดุที่นำมาทดสอบการดูดซึมน้ำโดยน้ำหนักต่ำสุดเท่ากับ 116.67% คือซังข้าวโพดตามลำดับ

เมื่อนำวัสดุรองนอนซังกับไม้สนขาวกับซังข้าวโพดที่นิยมใช้ในปัจจุบันมาเปรียบเทียบกับวัสดุรองนอนตามอัตราส่วนต่างๆ พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 2)

### การทดสอบความพรุนปรากฏ

การทดสอบความพรุนปรากฏของวัสดุที่นำมาทดสอบ พบว่าอัตราส่วน 9:1 มีความพรุนปรากฏสูงสุดเท่ากับ 32.33 % และวัสดุที่นำมาทดสอบความพรุนปรากฏต่ำสุดเท่ากับ 5.83 % คือซังข้าวโพด ตามลำดับ

เมื่อนำวัสดุรองนอนซังกับไม้สนขาวกับซังข้าวโพดที่นิยมใช้ในปัจจุบันมาเปรียบเทียบกับวัสดุรองนอนตามอัตราส่วนต่างๆ พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 2)

### การทดสอบความหนาแน่นกอง

การทดสอบความหนาแน่นกองของวัสดุที่นำมาทดสอบ พบว่าซังข้าวโพด มีความหนาแน่นกองสูงสุดเท่ากับ 0.46 (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร) และวัสดุที่นำมาทดสอบความหนาแน่นกองต่ำสุดเท่ากับ 0.09 (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร) คืออัตราส่วน 9:1 และอัตราส่วน 5:5 ตามลำดับ

เมื่อนำวัสดุรองนอนซังกับไม้สนขาวกับซังข้าวโพดที่นิยมใช้ในปัจจุบันมาเปรียบเทียบกับวัสดุรองนอนตามอัตราส่วนต่างๆ พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 2)

**ตารางที่ 2**

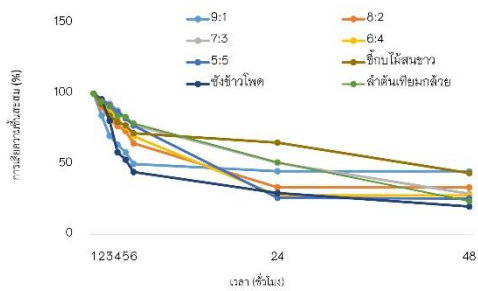
สมบัติทางกายภาพ ทั้ง 7 ตัวอย่าง ของวัสดุรองนอน

วัสดุที่นำมาทดสอบ (ลำดับเทียบ)	ปริมาตร รูพรุนเปิด (g/cm <sup>3</sup> )	ดูดซึมน้ำโดยน้ำหนัก (%)	ค่าเฉลี่ย±SD	ความพรุนปรากฏ (%)	ความหนาแน่นของวัสดุ (g/cm <sup>3</sup> )
กล้วย:					
กระดาษน้ำ					
กลับมาใช้ใหม่)					
9:1	32.33±5.51 <sup>a</sup>	646.67±110.15 <sup>a</sup>	32.33±5.51 <sup>a</sup>	0.09±0.00 <sup>e</sup>	
8:2	26.00±3.46 <sup>ab</sup>	520.00±69.28 <sup>ab</sup>	26.00±3.46 <sup>ab</sup>	0.08±0.00 <sup>f</sup>	
7:3	23.33±2.08 <sup>bc</sup>	466.67±41.63 <sup>bc</sup>	23.33±2.08 <sup>bc</sup>	0.08±0.00 <sup>f</sup>	
6:4	23.33±4.16 <sup>bc</sup>	466.67±83.27 <sup>bc</sup>	23.33±4.16 <sup>bc</sup>	0.11±0.00 <sup>b</sup>	
5:5	25.00±3.00 <sup>ab</sup>	500.00±60.00 <sup>ab</sup>	25.00±3.00 <sup>ab</sup>	0.09±0.00 <sup>e</sup>	
ซีกบไม้สน					
ขาว	16.93±1.45 <sup>c</sup>	338.67±29.01 <sup>c</sup>	16.93±1.45 <sup>c</sup>	0.10±0.01 <sup>c</sup>	
ซังข้าวโพด					
	5.83±0.21 <sup>d</sup>	116.67±4.16 <sup>d</sup>	5.83±0.21 <sup>d</sup>	0.46±0.00 <sup>a</sup>	

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยและค่า SD (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติแบบ one-way ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

**การทดลองการสูญเสียความชื้นสะสม**

เมื่อวางวัสดุที่อิมตัวด้วยน้ำไว้ในอุณหภูมิ (60 องศาเซลเซียส) พบว่าน้ำจะค่อยๆ ระเหยออกจากวัสดุทำให้ความชื้นในวัสดุลดลงตามระยะเวลาที่ผ่านไป มีความชื้นลดลงตามลำดับ และเมื่อเวลาผ่านไป 48 ชั่วโมง (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 ผลการทดลองการสูญเสียความชื้นสะสม ในวัสดุรองนอน

#### 4. วิจารณ์ผลการวิจัย

ปริมาตรของรูพรุนเปิดของลำต้นเทียม กล้วยร่วมกับกระดาษนำกลับมาใช้ใหม่ อัตราส่วน 9:1 ซึ่งสอดคล้องกับ จันท์จิรา วงศ์อารีไท และคณะ (2559) ซึ่งได้รายงานว่ เนื่องจากมีลักษณะแข็งมีเส้นใยยึดแน่นทึบ จึง ทำให้มีช่องว่างน้อย ขึ้นที่อยู่นอกสุดของเซลล์ พีช มีบทบาทในการยึดเซลล์เข้าด้วยกันให้เป็น เนื้อเยื่อ โครงสร้างประกอบด้วยโมเลกุลของ เซลลูโลสที่เป็นองค์ประกอบหลักของผนังเซลล์ มีลักษณะเป็นสาย เรียงตัวตามยาวเป็นกลุ่มๆ แต่ละ กลุ่ม เรีย กไม เซล (Micelle) ซึ่ง ประกอบด้วยเซลลูโลส 100 โมเลกุล ไมเซล แต่ละกลุ่มมาเรียงตัวกันแบบหลวมๆ เชื่อมโยง กันเป็นตาข่าย ภายในช่องระหว่างสายของไม เซลมีสารกลุ่มลิกนิน คิวติน ซูบอรินและเพกติน แทรกอยู่ จากนั้นไมเซลแต่ละกลุ่มรวมตัวกัน เป็นไมโครไฟบริลซึ่งมีเซลลูโลสราว 2,000 โมเลกุลไมโครไฟบริลมารวมตัวกันเป็น แมกโครไฟบริล ซึ่งมีเซลลูโลส ประมาณ 500,000 โมเลกุลช่องว่างระหว่างเส้นใยเหล่านี้ มีสารที่ไม่ใช่เซลลูโลสและแทรกอยู่ ปริมาตร ของรูพรุนเปิดมาก ความพรุนปรากฏมาก ความสามารถในการดูดซึมน้ำจะมากด้วย เช่นกัน ซึ่ง 3 การทดสอบนี้จะสอดคล้องกัน

การทดลองความหนาแน่นกอง ทำให้ ทราบถึงปริมาณของวัสดุที่ทดลอง ที่อยู่ใน ปริมาตรที่เท่ากัน แต่ได้น้ำหนักที่แตกต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะทางกายภาพของวัสดุที่

นำมาทดลองด้วย ในการวิจัยครั้งนี้ พบว่า ความหนาแน่นกองของซังข้าวโพด มีค่ามากที่สุด ซึ่งเปรียบเทียบกับลำต้นเทียมกล้วย ร่วมกับกระดาษนำกลับมาใช้ใหม่ อัตราส่วน 9:1 และอัตราส่วน 5:5 มีค่าความหนาแน่นกอง น้อยที่สุด

ในการทดลองการสูญเสียความชื้น สสมในการวิจัยพบว่าจะพบว่าแผ่นเส้นใย กล้วย อัตราส่วน 9:1 มีการสูญเสียความชื้น สสมคงที่ตั้งแต่ ชั่วโมงที่ 6 ซึ่งหมายความว่ามีการสูญเสียความชื้นได้เร็วที่สุดและระเหยไปได้ ง่ายที่สุด เนื่องจากการระเหยเป็นปรากฏการณ์ ที่เกิดขึ้นที่ผิววัสดุ

#### 5. สรุปผลการวิจัย

ต้นกล้วยเป็นพืชท้องถิ่นที่พบได้ใน บริเวณมหาวิทยาลัยพะเยา ซึ่งสามารถนำมา แปรสภาพให้เป็นวัสดุรองนอนสำหรับ สัตว์ทดลองได้ง่าย ประหยัด และปลอดภัย เมื่อนำมาแปรรูปเป็นแผ่นเส้นใยกล้วยตาม อัตราส่วนต่างๆ และทดสอบสมบัติทาง กายภาพเพื่อใช้เป็นวัสดุรองนอนสำหรับ สัตว์ทดลอง พบว่าอัตราส่วน 9:1 (ลำต้นเทียม กล้วย:กระดาษนำกลับมาใช้ใหม่) เป็น อัตราส่วนที่มีความเหมาะสมเป็นวัสดุรองนอน สำหรับสัตว์ทดลอง จึงสามารถนำมา ประยุกต์ใช้เป็นวัสดุรองนอนสำหรับ สัตว์ทดลองได้จริง ทดแทนขี้กบไม้สนขาวและ ซังข้าวโพด ที่นิยมใช้ในปัจจุบัน

## เอกสารอ้างอิง

จันทร์จิรา วงศ์อารีไท ปิยะธิดา อุบล และวนาลี คางคำ. (2559). การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวัสดุรองนอนทางการค้ากับวัสดุรองนอนในท้องถิ่น. การศึกษาอิสระ, มหาวิทยาลัยพะเยา

ประดน จาติกวนิช. (2542). จรรยาบรรณการใช้สัตว์ เพื่อการพัฒนางานวิจัย งานทดสอบ งานสอน และงานผลิตชีววัตถุ. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.

สุจยา ฤทธิศร สุกาญจน์ รัตนเลิศนุสรณ์ และศิริพร ลุนพรม. (2554). การผลิตเชื้อกระดาษจากกากกล้วยน้ำว้าด้วยวิธีทางชีวภาพโดยใช้ *Trichoderma viride*. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. ปทุมธานี.

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. (2555 - 2559). แผนกลยุทธ์แห่งชาติว่าด้วยการพัฒนางานสัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์, 8, 1-54.

Lynch, D. L, and C. S. Jones. (1998). *Mixed Conifer Demonstration Project Gordon Creek Forest Restoration Sale Production and Economics Rue Logging, Inc. Summary Report.* Dept. of Forest Sciences, Colorado State University, Fort Collins, co. lop.