

การพัฒนาทรายแมวตรวจสุขภาพจากแป้งมันสำปะหลังและ  
สารสกัดจากแก่นฝาง

Development of Health-Check Cat Litter from  
Cassava Strach and Sappan Wood Extracts



โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีชีวภาพ)  
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2566

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEVELOPMENT OF HEALTH-CHECK CAT LITTER FROM  
CASSAVA STRACH AND SAPPAN WOOD EXTRACTS



A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT FOR  
THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE IN BIOTECHNOLOGY  
DEPARTMENT OF BIOLOGY FACULTY OF SCIENCE  
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG  
ACADEMIC YEAR 2023

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงการพิเศษ	การพัฒนาทรายแมวตรวจสอบสุขภาพจากแป้งมันสำปะหลังและสารสกัดจากแก่นฝาง Development of Health-Check Cat Litter from Cassava Strach and Sappan Wood Extracts
ชื่อนักศึกษา	นางสาวจุฑารัตน์ น้อยเกิด รหัสนักศึกษา 63050377 นายพิชญ เรืองศรี รหัสนักศึกษา 63050406
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีชีวภาพ)
ภาควิชา	ชีววิทยา
ปีการศึกษา	2566
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ. ดร.ณัฐวุฒิ รุ่งจินดามัย

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) อนุมัติให้โครงการพิเศษนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีชีวภาพ) ประจำปีการศึกษา 2566

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ผศ. ดร.นฤมล ตั้งธีระสุนันท์ ประธานกรรมการ	
รศ. ดร.สุพัตรา โพธิ์เอี่ยม กรรมการ	
ผศ. ดร.ณัฐวุฒิ รุ่งจินดามัย กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

ลิขสิทธิของคณะวิทยาศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงการพิเศษ	การพัฒนาทรายแอมตรวสุขภาพจากแป้งมันสำปะหลังและสารสกัดจากแก่นฝาง
ชื่อนักศึกษา	นางสาวจุฑารัตน์ น้อยเกิด รหัสนักศึกษา 63050377 นายพิชญ์ เรืองศรี รหัสนักศึกษา 63050406
ปริญญา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เทคโนโลยีชีวภาพ)
ภาควิชา	ชีววิทยา
คณะ	วิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัย	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)
ปีการศึกษา	2566
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ. ดร.ณัฐวุฒิ รุ่งจินดามัย

### บทคัดย่อ

ทรายแอมถูกใช้ในการเก็บปัสสาวะและอุจจาระของแมว ซึ่งในปัจจุบันทรายแมวที่ทำจากวัสดุธรรมชาติได้รับความนิยมเพิ่มขึ้น และมันสำปะหลังเป็นหนึ่งในพืชที่มีการปลูกเป็นจำนวนมาก จึงนำมันสำปะหลังมาใช้เป็นวัตถุดิบหลักในการแปรรูปร่วมกับสารสกัดดอกอัญชันและแก่นฝางที่มีคุณสมบัติเป็นอินดิเคเตอร์จากธรรมชาติ อีกทั้งมีฤทธิ์ในการยับยั้งแบคทีเรีย โดยสกัดดอกอัญชันและแก่นฝางด้วยน้ำความเข้มข้นร้อยละ 25, 50 และ 100 (w/v) และสกัดด้วยเอทานอลความเข้มข้น 1, 3 และ 5 มิลลิกรัมต่อมิลลิกรัม และนำมาทดสอบกับเชื้อแบคทีเรีย *E. coli*, *P. aeruginosa* และ *S. aureus* พบว่าสารสกัดดอกอัญชันไม่มีฤทธิ์ในการยับยั้งแบคทีเรีย สารสกัดแก่นฝางที่ความเข้มข้นร้อยละ 100 (w/v) และ 5 มิลลิกรัมต่อมิลลิกรัม มีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียเพียงชนิดเดียวคือ *S. aureus* ได้ดีที่สุด มีบริเวณยับยั้งเท่ากับ 10.92 และ 29.13 มิลลิเมตร ตามลำดับ โดยนำมาผลิตเป็นทรายแมว ซึ่งแบ่งเป็นทรายแมวขนาดเล็ก (เส้นผ่านศูนย์กลาง 1-2 มิลลิเมตร) ที่ใช้สารสกัดที่สกัดด้วยน้ำ และทรายแมวขนาดใหญ่ (เส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร) ที่ใช้สารสกัดด้วยที่สกัดด้วยเอทานอล จากนั้นนำมาทดสอบคุณสมบัติอินดิเคเตอร์จากธรรมชาติ พบว่าทรายแมวจากสารสกัดแก่นฝางมีคุณสมบัติอินดิเคเตอร์จากธรรมชาติ ที่ดีกว่าทรายแมวจากสารสกัดดอกอัญชัน โดยทรายแมวขนาดเล็กในสภาวะเป็นกรดและด่างจะเปลี่ยนสีที่พีเอชช่วง 1-2 และ 13-14 และทรายแมวขนาดใหญ่ในสภาวะเป็นกรดและด่างจะเปลี่ยนสีที่พีเอชช่วง 1-3 และ 11-14 จากนั้นนำทรายแมวมาทดสอบทางกายภาพ พบว่ามีค่าการดูดซับน้ำเท่ากับ 4.59 มีค่าการจับตัวเป็นก้อนเท่ากับร้อยละ 78.22 และดูดซับกลิ่นได้ดี อีกทั้งเมื่อนำทรายมาทดสอบฤทธิ์การยับยั้งแบคทีเรียพบว่ามีความสามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *S. aureus* มีบริเวณยับยั้งเท่ากับ 12.90 มิลลิเมตร อาจกล่าวได้ว่าทรายแมวจากมันสำปะหลังที่มีส่วนผสมสารสกัดจากแก่นฝางสามารถพัฒนาเป็นทรายแมวตรวจสุขภาพได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำสำคัญ : ทรายแมว มั่นสำปะหลัง อัญชัน ผาง ฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรีย อินดิเคเตอร์จากธรรมชาติ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<b>Title</b>	Development of Health-Check Cat Litter from Cassava Strach and Sappan Wood Extracts
<b>Students</b>	Miss Chutarat Noikoed Student ID 63050377 Mr. Pitsanu Roengsri Student ID 63050406
<b>Degree</b>	Bachelor of Science (Biotechnology)
<b>Department</b>	Biology
<b>School</b>	Science
<b>University</b>	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)
<b>Academic Year</b>	2023
<b>Advisor</b>	Asst. Prof. Dr. Nuttawut Rungjindamai

### Abstract

Cat litter is used to collect urine and feces from cats. At present, cat litter made from natural materials is increasingly popular. Cassava starch is extensively cultivated and used as a primary ingredient in processing together with butterfly pea and sappan wood extract, which are used as natural indicators and have an antibacterial effect. The butterfly pea and sappan wood were extracted with water at 25, 50 and 100 (%w/v) concentrations and extracted with ethanol at a concentration of 1, 3 and 5 (mg/mL). The extracts were tested for antibacterial efficacy against *E. coli*, *P. aeruginosa*, and *S. aureus* bacteria. It was found that butterfly pea extract had no inhibitory effect against bacteria. However, Sappan wood extract at 100 (%w/v) and 5 (mg/mL) concentrations had the best antibacterial effect in *S. aureus*, with an inhibition zone of 10.92 and 29.13 mm, respectively. The cat litter is divided into two sizes: small cat litter (diameter of 1-2 mm) using only aqueous extract and large cat litter (diameter of 6 mm) using the extract from ethanol extraction. The natural indicator properties found that cat litter from the sappan wood extract has indicator properties better than cat litter from butterfly pea extract. The small size will change color in the pH range of 1-2 and 13-14. The large size will change the color in the pH range of 1-3 and 11-14. For the physical test, the water absorption capacity in the cat

litter at 4.59 has a clumping ability of 78.22% and has odor absorption efficacy. For the antibacterial efficacy of the cat litter, it can also inhibit the *S. aureus*, which has an inhibition zone of 12.90 mm. Therefore, cat litter made from cassava starch with ingredients extracted from sappan wood can develop into health-check cat litter.

**Keywords :** Cat litter, Cassava, Butterfly pea, Sappan wood, Antibacterial, Natural indicators



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

โครงการพิเศษฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาอย่างสูงจาก ผศ.ดร.ณัฐวุฒิ รุ่งจินตามัย อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการพิเศษ ที่ให้คำแนะนำและคำปรึกษาตลอดจนปรับปรุงแก้ไข ข้อบกพร่องต่าง ๆ ในการทำโครงการพิเศษได้เป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.นฤมล ตั้งธีระสุนันท์ ประธานกรรมการ และ รศ.ดร.สุพัตรา โพธิ์เอี่ยม กรรมการ ที่ร่วมช่วยพิจารณาในการแก้ไข รวมถึงการดูแลด้วยความเอาใจใส่อย่างยิ่ง จนโครงการพิเศษฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ ข้าพเจ้าตระหนักถึงความตั้งใจจริงและความทุ่มเทของอาจารย์ และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ นักวิทยาศาสตร์อาคารจุฬารัตน์วลัยลักษณ์ 1 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์อุปกรณ์และเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ จนทำให้สามารถทำการทดลองในหัวข้อโครงการพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงลงได้

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณบิดา มารดา ครอบครัว และเพื่อนๆ ที่ให้ความช่วยเหลือและคอยเป็นกำลังใจให้กับข้าพเจ้า ตลอดจนทุกท่านที่มีส่วนสำคัญต่อความสำเร็จในการศึกษาและการทำโครงการพิเศษฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี หากโครงการพิเศษฉบับนี้มีความผิดพลาดประการใดขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

จุฑารัตน์ น้อยเกิด  
พิชญ์ เรืองศรี

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ค
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญรูป.....	ญ
คำย่อ/สัญลักษณ์.....	ฎ
<b>บทที่ 1 บทนำ.....</b>	<b>1</b>
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
<b>บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....</b>	<b>3</b>
2.1 อินดิเคเตอร์ (Indicator).....	3
2.1.1 อัญชัน.....	3
2.1.2 ฝาง.....	5
2.2 มັນสำปะหลัง.....	7
2.2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์.....	8
2.2.2 องค์ประกอบทางเคมีของมັນสำปะหลัง.....	9
2.2.3 ประโยชน์ของมັນสำปะหลัง.....	9
2.3 ทราเยแมว.....	11
2.4 โรคในแมว.....	12
2.4.1 โรคในทางเดินปัสสาวะในแมว.....	12
2.4.2 โรคผิวหนังในแมว.....	14
<b>บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย.....</b>	<b>15</b>
3.1 วัตถุประสงค์.....	15
3.2 ตัวอย่างเชื้อ.....	15
3.3 สารเคมี.....	15
3.3.1 สารเคมีที่ใช้ในการสกัด.....	15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.3.2 สารเคมีที่ใช้ในการผลิตทราย.....	15
3.3.3 สารเคมีที่ใช้ในการทดสอบกลิ่นระเหย.....	15
3.3.4 สารเคมีที่ใช้ในการทดสอบการการเปลี่ยนสีของทราย.....	15
3.3.5 สารเคมีที่ใช้ในการทดสอบการยับยั้งแบคทีเรีย.....	15
3.4 อุปกรณ์และเครื่องมือ.....	15
3.5 โปรแกรม.....	16
3.6 วิธีการทดลอง.....	17
3.6.1 การเตรียมสารสกัดจากดอกอัญชันและสารสกัดจากแก่นฝาง.....	17
3.6.2 การทดสอบฤทธิ์การยับยั้งแบคทีเรีย.....	17
3.6.3 การผลิตทรายแมว.....	20
3.6.4 การทดสอบประสิทธิภาพทางกายภาพของทรายแมว.....	21
3.6.5 การทดสอบคุณสมบัติอินดิเคเตอร์จากธรรมชาติของทรายแมว.....	22
3.6.6 การทดสอบทรายกับสัตว์เลี้ยง.....	22
3.6.7 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ.....	22
<b>บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล.....</b>	<b>23</b>
4.1 ผลการสกัดสารจากดอกอัญชันและแก่นฝาง.....	23
4.2 ผลการทดสอบฤทธิ์การยับยั้งแบคทีเรีย.....	24
4.2.1 ผลการทดสอบฤทธิ์การยับยั้งแบคทีเรียของวัตถุดิบในการผลิตทรายแมว และทรายแมวที่นำมาเปรียบเทียบ.....	24
4.2.2 ผลการทดสอบฤทธิ์การยับยั้งแบคทีเรียของสารสกัดจากดอกอัญชันและ แก่นฝางที่สกัดด้วยตัวทำละลายน้ำ.....	25
4.2.3 ผลการทดสอบฤทธิ์การยับยั้งแบคทีเรียของสารสกัดจากดอกอัญชันและ แก่นฝางที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล.....	27
4.3 ผลการผลิตทรายแมว.....	29
4.4 ผลการทดสอบประสิทธิภาพทางกายภาพของทรายแมว.....	30
4.4.1 การทดสอบประสิทธิภาพการดูดซับน้ำ.....	30
4.4.2 การทดสอบประสิทธิภาพการจับตัวเป็นก้อน.....	30
4.4.3 การทดสอบประสิทธิภาพการดูดซับกลิ่น.....	31
4.4.4 ผลการทดสอบการละลายน้ำของทรายแมว.....	34
4.5 ผลการทดสอบคุณสมบัติอินดิเคเตอร์จากธรรมชาติของทรายแมว.....	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.5.1 ผลการทดสอบคุณสมบัติอินดิเคเตอร์จากธรรมชาติทรายแมวอัญชัน.....	36
4.5.2 ผลการทดสอบคุณสมบัติอินดิเคเตอร์จากธรรมชาติของทรายแมวฝาง.....	39
4.6 ผลการทดสอบฤทธิ์การยับยั้งแบคทีเรียของทรายแมวตรวจสอบสุขภาพ.....	42
4.7 ผลการทดสอบทรายในสัตว์เลี้ยง.....	44
<b>บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....</b>	<b>45</b>
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	45
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	46
เอกสารอ้างอิง.....	47
ภาคผนวก.....	52
ภาคผนวก ก.....	53
ภาคผนวก ข.....	54



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 องค์ประกอบหลักของหัวมันสำปะหลัง.....	9
2.2 องค์ประกอบในเนื้อมันสำปะหลัง.....	9
4.1 สี และรหัสสีของสารสกัดที่สกัดด้วยน้ำ จาก RHS mini color chart.....	23
4.2 น้ำหนัก ร้อยละผลได้ สี และรหัสสีของสารสกัดที่สกัดด้วยเอทานอล จาก RHS mini color chart.....	23
4.3 ผลการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย <i>E. coli</i> , <i>P. aeruginosa</i> และ <i>S. aureus</i> ของสารสกัดดอก อัญชัน และแก่นฝางที่สกัดด้วยน้ำ.....	26
4.4 ผลการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย <i>E. coli</i> , <i>P. aeruginosa</i> และ <i>S. aureus</i> ของสารสกัดดอก อัญชัน และแก่นฝางที่สกัดด้วยเอทานอล.....	28
4.5 ลักษณะของทราเยแมว สี และรหัสสี จาก RHS mini color chart.....	29
4.6 ค่าการดูดซับน้ำ และการจับตัวเป็นก้อนของทราเยแมว.....	31
4.7 ผลการทดสอบระยะเวลาการจับตัวเป็นก้อนของทราเยแมว.....	32
4.8 ผลการทดสอบการดูดซับกลิ่นของทราเยแมว.....	33
4.9 ผลการทดสอบการดูดซับกลิ่น สี รหัสสี จาก RHS mini color chart และ พีไอช.....	34
4.10 ผลการทดสอบลักษณะและระยะเวลาการละลายน้ำของทราเยแมว.....	35
4.11 สี และรหัสสีของทราเยแมวอัญชันในช่วงพีไอช 1-14 จาก RHS mini color chart.....	38
4.12 สี และรหัสสีของทราเยแมวฝางในช่วงพีไอช 1-14 จาก RHS mini color chart.....	41
4.13 ผลการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย <i>E. coli</i> , <i>P. aeruginosa</i> และ <i>S. aureus</i> ของทราเยแมว ตรวจสอบคุณภาพ.....	44
<b>ตารางภาคผนวกที่</b>	
ข-1 ลักษณะของสารสกัดดอกอัญชัน และแก่นฝาง.....	54
ข-2 การทดสอบทราเยแมวในสัตว์เลี้ยง.....	55

## สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ลักษณะของดอกอัญชัน.....	3
2.2 ลักษณะของฝาง (ก) ลำต้น (ข) ใบ (ค) ดอก (ง) ผล.....	5
2.3 ลักษณะลำต้น ใบ และ รากหรือหัวของมันสำปะหลัง.....	7
3.1 ลักษณะการวางแผ่น Paper disc ของวัตถุดิบและตัวอย่างเปรียบเทียบ โดยที่ P คือ ตัวควบคุมเชิงบวก (ยาปฏิชีวนะเจนตามัยซิน) N คือ ตัวควบคุมเชิงลบ (น้ำกลั่นปลอดเชื้อ) A คือ ทรายแวมมันสำปะหลัง B คือ กลิ่นที่ใช้ในการผสม และ C คือ ทรายแวมจากห้องตลาด.....	18
3.2 ลักษณะการวางแผ่น Paper disc ของสารสกัดดอกอัญชันและสารสกัดแก่นฝาง ที่สกัดด้วยน้ำ โดยที่ P คือตัวควบคุมเชิงบวก (ยาปฏิชีวนะเจนตามัยซิน) N คือ ตัวควบคุมเชิงลบ (น้ำกลั่นปลอดเชื้อ) A, B และ C คือ สารสกัดความเข้มข้นร้อยละ 25, 50 และ 100 (w/v).....	18
3.3 ลักษณะการวางแผ่น Paper disc ของสารสกัดอัญชันและแก่นฝางที่สกัดด้วยเอทานอล โดยที่ P คือ ตัวควบคุมเชิงบวก (ยาปฏิชีวนะเจนตามัยซิน) N คือ ตัวควบคุมเชิงลบ (น้ำกลั่นปลอดเชื้อ) A, B และ C คือ สารสกัดความเข้มข้น 1, 3 และ 5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร.....	19
3.4 ลักษณะการวางแผ่น Paper disc ของทรายแวมตรวจสอบสภาพ โดยที่ P คือ ตัวควบคุมเชิงบวก (ยาปฏิชีวนะเจนตามัยซิน) N คือ ตัวควบคุมเชิงลบ (น้ำกลั่นปลอดเชื้อ) A คือ ตัวอย่างทรายแวมขนาดเล็ก และทรายแวมขนาดใหญ่ B คือ ตัวอย่างทรายแวมขนาดเล็ก และ ทรายแวมขนาดใหญ่ที่ผสมกลิ่น.....	19
4.1 ผลการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย (ก) <i>Escherichia coli</i> (ข) <i>Pseudomonas aeruginosa</i> (ค) <i>Staphylococcus aureus</i> ของวัตถุดิบในการผลิตทรายแวม และทรายแวมที่นำมาเปรียบเทียบ โดยตัวอักษร P คือ ตัวควบคุมเชิงบวก (เจนตามัยซิน) และ N คือ ตัวควบคุมเชิงลบ (น้ำกลั่นปลอดเชื้อ) A คือ มันสำปะหลัง B คือ กลิ่นราสเบอร์รี่ และ C คือ ทรายแวมจากห้องตลาด.....	24
4.2 ผลการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย (ก) <i>Escherichia coli</i> (ข) <i>Pseudomonas aeruginosa</i> (ค) <i>Staphylococcus aureus</i> ของสารสกัดดอกอัญชันที่สกัดด้วยน้ำ โดยตัวอักษร P คือ ตัวควบคุมเชิงบวก เจนตามัยซิน และ N คือ ตัวควบคุมเชิงลบ (น้ำกลั่นปลอดเชื้อ) A, B และ C คือ สารสกัดอัญชันความเข้มข้นร้อยละ 25, 50 และ 100 (w/v).....	25

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.3 ผลการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย (ก) <i>Escherichia coli</i> (ข) <i>Pseudomonas aeruginosa</i> (ค) <i>Staphylococcus aureus</i> ของสารสกัดแก่นฝางที่สกัดด้วยน้ำ โดยตัวอักษร P คือ ตัวควบคุมเชิงบวก เจนตามัยซิน และ N คือ ตัวควบคุมเชิงลบ (น้ำกลั่นปลอดเชื้อ) A, B และ C คือ สารสกัดแก่นฝางความเข้มข้นร้อยละ 25, 50 และ 100 (w/v) .....	26
4.4 ผลการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย (ก) <i>Escherichia coli</i> (ข) <i>Pseudomonas aeruginosa</i> (ค) <i>Staphylococcus aureus</i> ของสารสกัดดอกอัญชันที่สกัดด้วยเอทานอล โดยตัวอักษร P คือ ตัว ควบคุมเชิงบวก (เจนตามัยซิน) และ N คือ ตัวควบคุมเชิงลบ (น้ำกลั่นปลอดเชื้อ) A, B และ C คือ สารสกัดดอกอัญชัน ความเข้มข้น 1, 3 และ 5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร.....	27
4.5 ผลการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย (ก) <i>Escherichia coli</i> (ข) <i>Pseudomonas aeruginosa</i> (ค) <i>Staphylococcus aureus</i> ของสารสกัดแก่นฝางที่สกัดด้วยเอทานอล โดยตัวอักษร P คือ ตัว ควบคุมเชิงบวก (เจนตามัยซิน) และ N คือ ตัวควบคุมเชิงลบ (น้ำกลั่นปลอดเชื้อ) A, B และ C คือ สารสกัด แก่นฝางความเข้มข้น 1, 3 และ 5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร .....	28
4.6 การทดสอบการเปลี่ยนสีของทรายแมวขนาดเล็กจากสารสกัดอัญชัน.....	37
4.7 การทดสอบการเปลี่ยนสีของทรายแมวขนาดใหญ่จากสารสกัดอัญชัน.....	37
4.8 การทดสอบการเปลี่ยนสีของทรายแมวขนาดเล็กจากสารสกัดแก่นฝาง.....	40
4.9 การทดสอบการเปลี่ยนสีของทรายแมวขนาดใหญ่จากสารสกัดแก่นฝาง.....	40
4.10 ผลการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย (ก) <i>Escherichia coli</i> (ข) <i>Pseudomonas aeruginosa</i> (ค) <i>Staphylococcus aureus</i> ของทรายแมวขนาดเล็ก โดยตัวอักษร P คือ ตัวควบคุมเชิง บวก (เจนตามัยซิน) และ N คือ ตัวควบคุมเชิงลบ (น้ำกลั่นปลอดเชื้อ) A คือ ทรายแมว ขนาดเล็กที่ไม่ผสมกลิ่น และ B คือ ทรายแมวขนาดเล็กที่ผสมกลิ่น.....	43
4.11 ผลการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย (ก) <i>Escherichia coli</i> (ข) <i>Pseudomonas aeruginosa</i> (ค) <i>Staphylococcus aureus</i> ของทรายแมวขนาดใหญ่ โดยตัวอักษร P คือ ตัวควบคุมเชิง บวก (เจนตามัยซิน) และ N คือ ตัวควบคุมเชิงลบ (น้ำกลั่นปลอดเชื้อ) A คือ ทรายแมว ขนาดใหญ่ที่ไม่ผสมกลิ่น และ B คือ ทรายแมวขนาดใหญ่ที่ผสมกลิ่น.....	43
<b>รูปภาคผนวกที่</b>	
ข-1 การทดสอบทรายแมวในสัตว์เลี้ยง.....	55

## คำย่อ/สัญลักษณ์

คำย่อ/สัญลักษณ์	คำอธิบาย
HCl	Hydrochloric acid
MHA	Mueller Hinton agar
MHB	Mueller Hinton broth
NaOH	Sodium hydroxide
pH	Positive potential of the Hydrogen ions
rpm	Revolutions per minute
%w/v	Percentage weight per volume;
%	Percentage



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันแมวเป็นสัตว์ที่นิยมเลี้ยงไว้ในบ้าน เนื่องจากช่วยคลายเครียดและทำให้ผู้เลี้ยงแมวมีสุขภาพจิตที่ดีขึ้น (โรงพยาบาลรามาริบัติ, 2561) และเพื่อหลีกเลี่ยงเชื้อโรคจากภายนอก รวมถึงปัญหาจากสัตว์เลี้ยงชนิดอื่น หรือการสัมผัสกับสภาพอากาศที่ไม่เอื้ออำนวย เนื่องจากแมวเป็นสัตว์ที่มีพฤติกรรมการกลบของเสียเมื่อขับถ่าย ทราวยแมวจึงมีความสำคัญที่ช่วยในการเก็บอุจจาระและปัสสาวะ ช่วยให้แมวสามารถอุจจาระและปัสสาวะได้อย่างถูกสุขลักษณะมากขึ้น (Vaughn และคณะ, 2023) ซึ่งทราวยแมวที่มีขายตามท้องตลาดมีให้เลือกอย่างหลากหลาย เช่น วัสดุ สี ขนาด และกลิ่นของทราวยตามความต้องการของผู้เลี้ยงแมว นอกจากนี้แล้วเมื่อมีอุจจาระและปัสสาวะหากปล่อยทิ้งไว้เป็นเวลานานจะเป็นแหล่งสะสมของเชื้อโรคได้ อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพของแมวรวมถึงผู้เลี้ยงแมวด้วยเช่นกัน และสุขภาพของแมวเป็นอีกหนึ่งปัญหาที่ผู้เลี้ยงแมวมักพบเจอ เช่น ปัญหาของระบบทางเดินปัสสาวะซึ่งเป็นปัญหาที่พบได้บ่อย โดยทั่วไปในปัสสาวะแมวจะมีค่าความเป็นกรดและด่างอยู่ในช่วงที่ 5-8 ซึ่งหากมีค่าที่ต่ำกว่า 5 หรือมีค่าที่สูงมากกว่า 8 ปัสสาวะจะมีความผิดปกติ เสี่ยงต่อการติดเชื้อของระบบทางเดินปัสสาวะ (Petwellcare, 2023) ทราวยแมวทั่วไปในปัจจุบันมีการใช้เบนโทไนท์ (Bentonite) เป็นองค์ประกอบ เนื่องจากมีคุณสมบัติการดูดซับน้ำ และการจับตัวเป็นก้อนที่รวดเร็ว ซึ่งการใช้เบนโทไนท์มีผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจากไม่สามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ และยังเป็นอันตรายจากการที่แมวอาจกินเข้าไป (Vaughn และคณะ, 2023) ในปัจจุบันมีการนำวัสดุจากธรรมชาติมาใช้ในการผลิตทราวยแมว เช่น ก้อนขี้เลื่อย เศษไม้สน และข้าวบาร์เลย์ เป็นต้น (นิดารัตน์ และคณะ, 2562) เราจึงเล็งเห็นถึงการนำผลผลิตทางการเกษตรมาใช้ในการผลิตทราวยแมว

ประเทศไทยมีการปลูกพืชเศรษฐกิจ ได้แก่ ข้าว ยางพารา อ้อย ปาล์ม น้ำมัน และหนึ่งในนั้นคือ มันสำปะหลัง ซึ่งมีการปลูกเป็นจำนวนมาก (ดรฐณี, 2560) โดยมันสำปะหลังจะถูกขายให้กับโรงแปงหรือลานมัน และราคาของหัวมันสำปะหลังมีราคาประมาณ 0.90-2.00 บาทต่อ กิโลกรัม ทำให้เกษตรกรที่ปลูกมันสำปะหลังอยู่ในภาวะขาดทุนหรือได้กำไรไม่มาก (ประทีป, 2562) มันสำปะหลังมีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นแป้ง (Starch) ซึ่งมีคุณสมบัติในการจับตัวเป็นก้อน และดูดซับของเหลวเหมาะสำหรับการนำมาใช้เป็นวัสดุในการดูดซับน้ำ สามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ นอกจากนี้ได้มีการนำดอกอัญชัน และแก่นฝาง มาช่วยส่งเสริมให้กับผลิตภัณฑ์ทราวยแมวของเรา โดยในสารสกัดดอกอัญชันจะมีสารแอนโทไซยานิน และแก่นฝางจะมีสารบราซิลิน (Brazilin) ซึ่งอยู่ในกลุ่มของฟลาโวนอยด์ (Flavonoid) ที่จะให้สีน้ำเงิน สีม่วง และ แดง (Amprohealth editorial contributor, 2017) อีกทั้งสารสกัดทั้ง 2 มีคุณสมบัติเป็นอินดิเคเตอร์จากธรรมชาติสามารถเปลี่ยนสีเมื่อสัมผัสกับกรดหรือด่าง ซึ่งแก่นฝาง และดอกอัญชัน ยังมีฤทธิ์ในการยับยั้งแบคทีเรียได้ (รุ่งทิพย์ และคณะ, เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2560 ; ชมนาถ และคณะ, 2566) อีกทั้งดอกอัญชันและแก่นฝาง สามารถหาได้ทั่วไปตามท้องตลาด มีต้นทุนที่ต่ำ และสามารถจัดเก็บในรูปแบบของพืชแห้งได้เป็นระยะเวลาชานาน

คณะผู้จัดทำมีความสนใจที่จะนำมันสำปะหลังมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ทรายแมวที่มีความปลอดภัยต่อสุขภาพของแมว และสามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียก่อโรค รวมถึงการเปลี่ยนสีของทรายแมวเมื่อปัสสาวะของแมวมีความผิดปกติของความเป็นกรดและด่างในปัสสาวะ โดยใช้คุณสมบัติการเปลี่ยนสีของสารสกัดจากดอกอัญชันและแก่นฝาง อีกทั้งผลิตภัณฑ์นี้ยังเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับผลผลิตทางการเกษตรอีกด้วย

## 1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

- 1.2.1 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพทรายแมวจากมันสำปะหลังในการดูดซับน้ำ การจับตัวเป็นก้อน และการดูดซับกลิ่น
- 1.2.2 เพื่อทดสอบการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียก่อโรคของทรายแมว
- 1.2.3 เพื่อศึกษาการเปลี่ยนสีของทรายแมวด้วยคุณสมบัติอินดิเคเตอร์จากธรรมชาติ

## 1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

- 1.3.1 ศึกษาประสิทธิภาพของทรายแมวจากมันสำปะหลัง การดูดซับน้ำ และการจับตัวเป็นก้อน ดัดแปลงจาก Vaughn และคณะ (2020) และการดูดซับกลิ่น ดัดแปลงจาก นิตารัตน์ และคณะ (2562)
- 1.3.2 ศึกษาการเตรียมสารสกัดจากดอกอัญชัน และแก่นฝาง ดัดแปลงจาก จารวี และสุนงกช (2555)
- 1.3.3 ศึกษาการต้านเชื้อแบคทีเรียก่อโรค 3 ชนิด ได้แก่ *Escherichia coli* TISTR 746, *Pseudomonas aeruginosa* TISTR 2370 และ *Staphylococcus aureus* TISTR 1466 ด้วยวิธี Disc diffusion ดัดแปลงจาก รุ่งทิพย์ และคณะ (2560)
- 1.3.4 ศึกษาการเปลี่ยนสีของทรายแมวด้วยคุณสมบัติอินดิเคเตอร์จากธรรมชาติ ช่วง pH 1–14

## 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.4.1 สามารถผลิตทรายแมวจากมันสำปะหลังที่มีประสิทธิภาพการดูดซับน้ำ การจับตัวเป็นก้อน และการดูดซับกลิ่นที่ดี
- 1.4.2 ทรายคุณสมบัติของทรายแมวที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียก่อโรค
- 1.4.3 ทรายคุณสมบัติจากสีของทรายแมวที่สามารถบ่งบอกความผิดปกติเบื้องต้นของปัสสาวะแมว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

# ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 อินดิเคเตอร์ (Indicator)

อินดิเคเตอร์ คือ คุณสมบัติที่ใช้บอกความเป็นกรด-ด่าง ที่สามารถเปลี่ยนสีได้เฉพาะตัว เช่น ฟีนอล์ฟทาลีน (Phenolphthalein) และโบรโมไทมอลบลู (Bromothymol blue) เป็นต้น (สถาบันนวัตกรรมการเรียนรู้มหาวิทยาลัยมหิดล, 2566) ความเป็นกรด-ด่าง จัดเป็นคุณสมบัติอย่างหนึ่งของสารซึ่งสามารถทดสอบได้จากกระดาษลิตมัส (Litmus paper) กระดาษพีเอช (pH paper) หรือเครื่องพีเอชมิเตอร์ (pH meter) นอกจากนี้ยังสามารถนำสารสกัดจากธรรมชาติมาใช้เป็นอินดิเคเตอร์ได้ ซึ่งจะเรียกว่า “อินดิเคเตอร์จากธรรมชาติ (natural indicator)” เช่น กะหล่ำปลีม่วง มันม่วง ขมิ้น ผาง และยังมีใช้ดอกไม้ที่หาได้ง่ายในท้องถิ่นมาทดสอบได้ เช่น กล้วยไม้ อัญชัน เป็นต้น โดยอินดิเคเตอร์แต่ละชนิดจะมีการเปลี่ยนแปลงสีแตกต่างกันไปตามค่าพีเอช (pH) หรือกรด-ด่าง (ศุภจิตรา และคณะ, 2562)

#### 2.1.1 อัญชัน

อัญชันเป็นพืชล้มลุก มีเถาสีเขียวอ่อน (สุดารัตน์, 2553) และเป็นพืชผักสมุนไพรที่เจริญเติบโตได้ง่ายนิยมปลูกเป็นไม้ประดับตามรั้วหรือซุ้ม มีถิ่นกำเนิดอยู่ในอเมริกาใต้จะปลูกกันในเขตร้อน ซึ่งมีการปลูกทั่วไปในประเทศไทยมีประโยชน์และสรรพคุณทางยาหลายอย่าง สามารถนำมาทำเครื่องดื่มได้หรือประกอบอาหาร (Jom, 2016)



รูปที่ 2.1 ลักษณะของดอกอัญชัน

(ที่มาถ่ายโดย : จุฑารัตน์ น้อยเกิด)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อสามัญ Butterfly pea, Blue pea

ชื่อท้องถิ่น อัญชัน (ภาคกลาง) เอื้องชัน (ภาคเหนือ) และอังชัน (ภาคอีสาน) เป็นต้น

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Clitoria ternatea* L.

ชื่อวงศ์ Fabaceae

#### 2.1.1.1 องค์ประกอบทางเคมีของดอกอัญชัน

ในดอกอัญชันจะพบสารแอนโทไซยานินจัดอยู่ในกลุ่มฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) เป็นสารให้สีตามธรรมชาติ โดยสีของแอนโทไซยานินจะเปลี่ยนแปลงไปตามสภาวะความเป็นกรด-ด่าง ซึ่งสารแอนโทไซยานินจะทำหน้าที่เป็นอินดิเคเตอร์จากธรรมชาติ สามารถใช้วัดความเป็นกรด-ด่างได้ โดยจะมีสีแดงที่สภาวะเป็นกรด มีสีน้ำเงินที่สภาวะเป็นกลางและมีสีเหลืองที่สภาวะเป็นด่าง สารแอนโทไซยานินนั้นสามารถพบได้ในพืชทั้งในดอกและในผลของพืชที่มีสีแดง น้ำเงิน หรือม่วง เป็นสารที่ละลายในน้ำได้ดี (Jackman และ Smith, 1992)

#### 2.1.1.2 ประโยชน์ของอัญชัน

ดอกอัญชันนิยมนำมาใช้ประโยชน์ในหลายๆด้าน เช่น เครื่องสำอาง สิวผสมอาหาร ขนมไทย หรือทำเป็นเครื่องดื่ม จัดเป็นสมุนไพรที่ให้ประโยชน์ และเป็นพืชที่ปลูกได้ง่าย เจริญเติบโตรวดเร็ว ทำให้อัญชันเป็นสมุนไพรที่ราคาถูกสามารถหาได้ง่ายและมีสรรพคุณทางยา ภายในดอกจะมีสารแอนโทไซยานินที่สามารถช่วยเพิ่มความสามารถในการมองเห็น ช่วยลดภาวะเสื่อมสภาพของดวงตา (ชาคริต และคณะ, 2560) นอกจากนี้มีรายงานการศึกษาในการนำสารสกัดอัญชันมาพัฒนาเป็นอินดิเคเตอร์จากธรรมชาติที่สามารถบ่งบอกความเป็นกรด-ด่างได้

อรุษา (2554) ได้ศึกษาการสกัดและวิธีการวิเคราะห์แอนโทไซยานิน โดยใช้ตัวทำละลาย เอทานอล เมทานอล และน้ำ พบว่า เอทานอลเป็นตัวทำละลายที่มีประสิทธิภาพในการสกัดแอนโทไซยานินได้มากที่สุด ตามด้วยเมทานอล และน้ำ

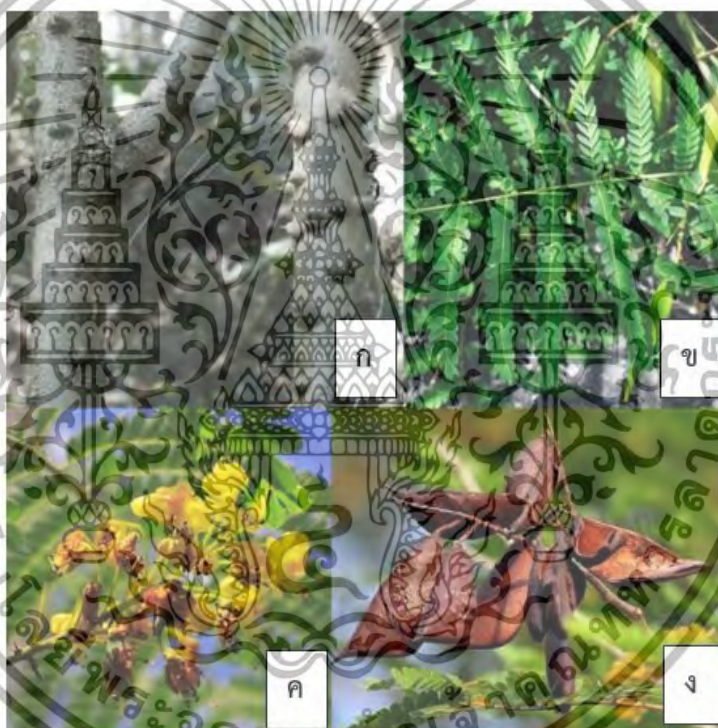
เฉลิมพร และปิยะวัฒน์ (2558) ได้ศึกษาการใช้สารสกัดจากดอกอัญชันเป็นอินดิเคเตอร์ในการไทเทรตกรด-ด่าง โดยการเปรียบเทียบกับการใช้อินดิเคเตอร์สังเคราะห์ ได้แก่ ฟีนอล์ฟทาลีน เมธิลเรด และโบโมไทมอลบลู พบว่าอินดิเคเตอร์ธรรมชาติที่สกัดจากดอกอัญชันมีคุณสมบัติที่ดีและสามารถนำมาใช้แทนที่กรด-ด่าง จากอินดิเคเตอร์สังเคราะห์สำหรับการไทเทรตกรด-ด่างได้ ซึ่งสารสกัดจากดอกอัญชันจะมีการเปลี่ยนแปลงเฉดสีในสารละลายที่มีค่าพีเอชที่แตกต่างกัน โดยสามารถระบุได้ดังนี้ เปลี่ยนเป็นสีแดงที่พีเอชช่วง 1-2 สีม่วงที่พีเอชช่วง 3-4 สีน้ำเงินที่พีเอชช่วง 5-8 สีน้ำตาลที่พีเอชช่วง 9-11 และสีเหลืองที่พีเอชมากกว่า 12 อีกทั้งในการนำสารสกัดจากดอกอัญชันมาประยุกต์ใช้ สามารถเตรียมสารสกัดได้ง่าย มีราคาถูกและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

Amalia และคณะ (2019) ได้ศึกษาการใช้สารสกัดดอกอัญชันเป็นอินดิเคเตอร์ในการไทเทรตกรด-ด่าง พบว่า สารสกัดดอกอัญชันสามารถใช้เป็นอินดิเคเตอร์สำหรับการไทเทรต

ได้ โดยในช่วงความเป็นกรดพีเอชที่ต่ำกว่า 3 จะมีสีชมพูเข้มหรือสีแดงพีเอช 3-5 จะมีม่วง และในช่วงความเป็นด่างพีเอช 8-9 จะมีสีเขียวอมเหลือง พีเอชที่สูงกว่า 9 จะมีสีเหลือง

### 2.1.2 ผาง

ผาง โดยทั่วไปจะเรียกว่า ผางเสนหรือผางส้ม ลำต้นและกิ่งมีหนามแข็งและโค้งรอบลำต้น โดยหากเนื้อไม้หรือแก่น เป็นสีแดงเข้มจะเรียกว่า “ผางเสน” แต่หากเป็นสีเหลืองส้มจะเรียกว่า “ผางส้ม” มีการกระจายพันธุ์ในแถบแอฟริกา อินเดีย พม่า จีนตอนใต้ มาเลเซียและไทย เป็นพืชที่มีการเจริญเติบโตรวดเร็ว (คลังข้อมูลการวิจัยการเกษตรไทย, 2567) จัดเป็นพรรณไม้กลางแจ้ง ขยายพันธุ์โดยใช้เมล็ดและเจริญเติบโตได้ดีในดินที่ร่วนซุย มักจะพบพรรณไม้ชนิดนี้ได้ตามป่าละเมาะ ป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้ง และตามเขาหินปูน (Medthai, 2020)



รูปที่ 2.2 ลักษณะของผาง (ก) ลำต้น (ข) ใบ (ค) ดอก (ง) ผล  
(ที่มา : Medthai, 2020)

ชื่อสามัญ Sappan, Sappan wood

ชื่อท้องถิ่น ผางเสน และผางส้ม (ภาคกลาง) และหนามไค้ง (ภาคเหนือ) เป็นต้น

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Caesalpinia sappan* L.

ชื่อวงศ์ Ceasalpiniaceae

#### 2.1.2.1 องค์ประกอบทางเคมีของแก่นผาง

แก่นผาง จะพบสารกลุ่มไกลโคไซด์ (Glycoside) กลุ่มแอนทราซีน (Anthracene) กลุ่มคูมาริน (Coumarin) กลุ่มสเตอรอล (Sterol) กลุ่มคาร์ดิแอกไกลโคไซด์ (Cardiac glycoside) และกลุ่มฟลาโวนอยด์ (Flavonoid) (รุ่งทิพย์ และคณะ, 2560) อีกทั้งแก่นของต้นผาง ประกอบด้วยสารประกอบบราซิลิน (Brazilin) ซึ่งเป็นสารหลักที่ทำให้เกิดสีในผาง สามารถละลายน้ำได้ และเปลี่ยนสีได้ โดยในสภาวะเป็นกรดจะมีสีเหลือง ในสภาวะเป็นด่างจะมีสีแดง (Puechkaset, 2013)

#### 2.1.2.2 ประโยชน์ของผาง

ในปัจจุบันมีการนำมาแปรรูปเป็นน้ำดื่มสมุนไพรผาง โดยมีทั้งในรูปแบบพร้อมดื่มและแบบชง และสารสีแดงหรือสีเหลืองที่สกัดจากแก่นผางที่มีความเป็นกรดต่างที่ต่างกัน มักใช้เป็นสารให้สี และเพิ่มความสวยงามให้แก่ผลิตภัณฑ์หลายชนิด เช่น สบู่อาบน้ำ แป้งผัดหน้า ครีมทาหน้า รวมถึงมักใช้เป็นสีย้อมผ้าในอุตสาหกรรมสิ่งทอ ส่วนสารสกัดจากแก่นผางมีฤทธิ์ในการต้านเชื้อแบคทีเรีย จึงถูกนำมาเป็นส่วนผสมในยา และเครื่องสำอาง ประเภทครีม เจล และโลชั่น เพื่อใช้ในการต้านเชื้อแบคทีเรีย (Thai herb article, 2024) นอกจากนี้มีรายงานการศึกษาค้นคว้าสารสกัดแก่นผางมาใช้ในการทดสอบการยับยั้งแบคทีเรีย รวมถึงใช้เป็นอินดิเคเตอร์จากธรรมชาติในการทดสอบกรด-ด่าง

จารวี และสุบงกช (2555) ได้ศึกษาผลของตัวทำละลาย 2 ชนิด ในการสกัดแก่นผาง คือน้ำ และเอทานอล และได้นำมาทดสอบการยับยั้งแบคทีเรีย *E. coli*, *P. aeruginosa* และ *S. aureus* ด้วยวิธี Agar well diffusion พบว่า สารสกัดแก่นผางที่สกัดด้วยน้ำ โดยต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 10 นาที พบว่า ไม่มีฤทธิ์ในการยับยั้ง *E. coli* และ *P. aeruginosa* แต่สามารถยับยั้ง *S. aureus* ได้ และแก่นผางที่สกัดด้วยเอทานอล โดยแช่ไว้เป็นเวลา 1 สัปดาห์ มีผลการยับยั้งได้ดีกว่าน้ำ โดยสามารถยับยั้งเชื้อ *S. aureus* และ *E. coli* ได้ แต่ไม่สามารถยับยั้งเชื้อ *P. aeruginosa* ได้

รุ่งทิพย์ และคณะ (2560) ได้ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของผาง และนำมาทดสอบฤทธิ์การยับยั้งแบคทีเรียของสารสกัดผาง ด้วยวิธี Disc diffusion พบว่าสารสกัดผางสามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียได้ และผางมีฤทธิ์การยับยั้ง *B. cereus* และ *S. aureus* ได้มากที่สุด

วิแทน (2556) ได้ศึกษาคุณสมบัติความเป็นอินดิเคเตอร์ธรรมชาติของแก่นผาง สำหรับการไทเทรตกรด-เบส พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงสีของสารสกัดจากแก่นผางช่วงพีเอชที่ 1-12 โดยช่วงพีเอช 6-7 สารสกัดจากแก่นผางจะมีสีส้ม และในสภาวะกรดจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองช่วงพี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอช 1-5 และในสภาวะเป็นต่างจะเปลี่ยนเป็นสีแดงช่วงพีเอช 8-12 สารสกัดจากแก่นฝางจึงมีสมบัติของอินดิเคเตอร์ธรรมชาติที่ใช้ในการไทเทรตกรดแก่-ด่างแก่ และการไทเทรตกรดแก่-ด่างอ่อนได้

## 2.2 มันสำปะหลัง

มันสำปะหลังถือเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย ซึ่งเกษตรกรนิยมปลูกกันมาก เพราะเป็นพืชที่ทนแล้ง ปลูกง่ายและมีศัตรูพืชน้อย แหล่งปลูกมันสำปะหลังที่สำคัญจะอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคเหนือ ซึ่งประเทศไทยเป็นผู้ผลิตมันสำปะหลังที่สำคัญของโลก แต่มันสำปะหลังมีการนำมาใช้ในการบริโภคค่อนข้างน้อย เนื่องจากส่วนใหญ่นิยมนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อส่งออก โดยผลิตภัณฑ์จากมันสำปะหลังของประเทศไทย เป็นสินค้าส่งออกที่มีความต้องการสูงในตลาดต่างประเทศ และมีปริมาณการส่งออกมากเป็นอันดับหนึ่งของโลก (กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561)



รูปที่ 2.3 ลักษณะลำต้น ใบ และ รากหรือหัวของมันสำปะหลัง  
(ที่มาถ่ายโดย : สุพัตรา โพธิ์เอี่ยม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อสามัญ Cassava

ชื่อท้องถิ่น มันสำปะหลัง และมันสำโรง (ภาคกลาง) ต้าวน้อย และต้าบ้าน (ภาคเหนือ) มันตัน และมันไม้ (ภาคใต้) เป็นต้น

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Manihot esculenta* (L.) Crantz

ชื่อวงศ์ Euphorbiacea

### 2.2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

มันสำปะหลังเป็นพืชหัวชนิดหนึ่งมีลักษณะเป็นไม้พุ่มขนาดเล็ก ประกอบด้วย

ลำต้น มันสำปะหลังจะมีลำต้นสูงประมาณ 2-4 เมตร มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางอยู่ที่ 3-6 เซนติเมตร สีของลำต้นจะแตกต่างกันไปตามพันธุ์ ส่วนที่อยู่ใกล้ยอดจะมีสีเขียว และส่วนที่ต่ำลงมาจะมีสีแตกต่างกันออกไป โดยที่ทุกส่วนของลำต้นจะมียางสีขาว

ใบ มันสำปะหลังจะเป็นแบบใบเดี่ยว (Simple leaf) มีการจัดเรียงตัวที่แน่นอน ก้านใบอาจมีสีเขียว หรือสีแดง ตัวใบหรือแผ่นใบจะมีลักษณะว่าเป็นหยักลึกเป็นแฉก จำนวนหยักมีตั้งแต่ 3-9 หยัก

ดอก มันสำปะหลังเป็นพืชที่มีช่อดอกแบบ Panicle คือ มีดอกตัวผู้และดอกตัวเมียอยู่บนต้นเดียวกัน (Monoecious plant) ดอกตัวผู้และดอกตัวเมียอยู่แยกดอกกัน แต่อยู่ในช่อดอก (Inflorescence) เดียวกัน ช่อดอกจะเกิดตรงปลายยอดของลำต้นหรือกิ่ง ดอกตัวผู้มักเกิดบริเวณส่วนปลาย หรือยอดของช่อดอก มีก้านดอกและกลีบรองดอกหรือกลีบเลี้ยง 5 กลีบ แต่จะไม่มีกลีบดอก ภายในดอกจะมีเกสรตัวผู้ ซึ่งในส่วนของดอกตัวเมียจะมีขนาดใหญ่กว่าดอกตัวผู้ มักเกิดอยู่บริเวณส่วนโคนของช่อดอก ไม่มีกลีบดอกแต่มีกลีบรองดอกหรือกลีบเลี้ยง 5 กลีบ ตรงกลางจะเป็นเกสรตัวเมีย และรังไข่ ในช่อดอกเดียวกันดอกตัวเมียจะบานก่อนดอกตัวผู้ 7-10 วัน

ผลและเมล็ด เป็นผลแบบ Capsule ผลขนาดโตเต็มที่จะมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณครึ่งนิ้ว ยาว 1-1.5 เซนติเมตร ซึ่งภายในจะมี 3 ช่อง แต่ละช่องจะมีเมล็ด 1 เมล็ด และมีรูปร่างยาวรีมีสีน้ำตาลและมีลายดำ เมื่อเมล็ดแก่ก็จะแตกและติดเมล็ดกระเด็นออกไป

ราก หรือ หัว (Tuber) มันสำปะหลังมีระบบรากเป็นแบบ Adventitious root system คือ ระบบของรากที่เกิดบริเวณส่วนต่าง ๆ แบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือรากจริง (True or wiry roots) และรากสะสม (Modified or storage roots) หรือที่เรียกกันว่า หัว โดยรากจริงเป็นรากที่งอกจากท่อนพันธุ์ สามารถงอกได้จาก 3 ส่วน คือ รากจากส่วนเนื้อเยื่อ รากจากส่วนตา และรากจากส่วนรอยหลุดร่วงของใบ ส่วนหัวของมันสำปะหลัง คือส่วนรากที่ขยายใหญ่เพื่อสะสมอาหารที่เป็นคาร์โบไฮเดรต รากสะสมอาหารจะมีปริมาณแป้งประมาณร้อยละ 15-40 และมีไซยาไนด์ซึ่งมีพิษ พบอยู่มากในส่วนของเปลือก (กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561)

## 2.2.2 องค์ประกอบทางเคมีของมันสำปะหลัง

มันสำปะหลังเป็นพืชที่เก็บสะสมอาหารในราก (Tuber) ซึ่งสะสมในรูปของคาร์โบไฮเดรตคือแป้งไว้ในราก โดยทั่วไปมันสำปะหลังจะมีองค์ประกอบดังแสดงในตารางที่ 2.1 และ 2.2

ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบหลักของหัวมันสำปะหลัง (มูลนิธิพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย, 2566)

องค์ประกอบในหัวมัน	ปริมาณ (ต่อ 100 กรัมน้ำหนักหัวมัน)
น้ำ	60.21 - 75.32
เปลือก	4.08 - 14.08
แป้ง	25.87 - 41.88
ไซยาไนด์	2.85 - 39.27

ตารางที่ 2.2 องค์ประกอบในเนื้อมันสำปะหลัง (มูลนิธิพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย, 2566)

องค์ประกอบในเนื้อมัน	ปริมาณ (ต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้งเนื้อมัน)
แป้ง	71.9 - 85.0
โปรตีน	1.57 - 5.78
เยื่อใย	1.77 - 3.98
เถ้า	1.20 - 2.80
ไขมัน	0.06 - 0.43

องค์ประกอบส่วนใหญ่ในรากของมันสำปะหลังจะมีแป้งอยู่ในปริมาณมาก โดยมีสูงถึงร้อยละ 70-80 (มูลนิธิพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย, 2566) ซึ่งแป้ง (Starch) มีคุณสมบัติการพองตัวและสามารถดูดซับน้ำได้ (นันทนา, 2563) และแป้งจากมันสำปะหลังนั้นยังมีคุณสมบัติการพองตัว การละลายน้ำ และการดูดซับน้ำที่ดีมาก (สุทธิณี, 2563)

## 2.2.3 ประโยชน์ของมันสำปะหลัง

มันสำปะหลัง สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ทุกส่วน ทั้งในภาคครัวเรือนและในภาคอุตสาหกรรม โดยสามารถแบ่งการประโยชน์จากมันสำปะหลังได้ 2 กลุ่ม ดังนี้

### 2.2.3.1 การใช้บริโภคโดยตรง ซึ่งแยกตามส่วนต่างๆของมันสำปะหลัง ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวสด ใช้เป็นอาหารโดยการรับประทาน ต้ม นึ่ง ย่าง อบ และเชื่อม หรือทำเป็น  
 แปะ แล้วนำมาแปรรูปเป็นอาหารชนิดต่างๆ ตลอดจนนำมาหั่นเป็นแผ่นบางๆแล้วทอด รวมถึงใช้เป็น  
 อาหารสัตว์ได้

ใบ ใช้ทำอาหาร เช่น ต้มจิ้มน้ำพริก นำมาแกง หรือใช้เป็นอาหารสัตว์ ในรูป  
 ของใบสด หรือ ตากแห้งและนำมาป่นผสมกับอาหารเลี้ยงสัตว์เป็นอาหารผสม

ลำต้น ใช้ทำเป็นท่อนพันธุ์โดยตัดออกเป็นท่อนนำไปปลูกได้ ใช้เป็นอาหารสัตว์  
 โดยตัดส่วนยอดผสมกับใบสดใช้เลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้อง หรือตากแห้งเป็นอาหารหยาบ

เมล็ด ใช้สกัดน้ำมันที่มีคุณภาพดี สามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมยาได้

2.2.3.2 การแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์จากมันสำปะหลัง เช่น มันเส้น มันอัดเม็ด และแปะ  
 มันสำปะหลัง เป็นต้น โดยแปะมันสำปะหลังสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ทั้งในครัวเรือน และในทาง  
 อุตสาหกรรมต่าง (ฐานข้อมูลส่งเสริมและยกระดับคุณภาพสินค้า OTOP, 2566) นอกจากนี้ได้มี  
 รายงานการศึกษาการใช้คุณสมบัติที่เหมาะสมในการขจัดไซยาไนด์ออกจากมันสำปะหลัง และมีการนำ  
 มันสำปะหลังมาพัฒนาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ทรายแมว สามารถนำมาใช้กับสัตว์เลี้ยงได้และปลอดภัยต่อ  
 สิ่งแวดล้อม

พิมภัก และคณะ (2565) ได้ศึกษาผลของอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งมัน  
 สำปะหลังต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณไซยาไนด์ พบว่าการใช้อุณหภูมิตั้งที่ 60 องศาเซลเซียส  
 สามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของไซยาไนด์ได้มากที่สุด เนื่องจากเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมที่ใช้ใน  
 การเปลี่ยนไซยาโนไฮโดรจีนไปเป็นไฮโดรเจนไซยาไนด์ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นไฮโดรเจนไซยาไนด์จะเกิดการ  
 ระเหย และสลายตัวได้มากขึ้น

นิตารัตน์ และคณะ (2562) ได้ศึกษาการนำกากจากมันสำปะหลังมาพัฒนาเป็น  
 วัสดุดูดซึมของเสียแมว โดยนำกากมันสำปะหลังอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส บดเป็นผงละเอียด  
 นำมาผสมกับถ่านกัมมันต์แล้วอัดเม็ดด้วยเครื่องอัดเม็ดอาหารสัตว์ และนำมาทดสอบการดูดซึมน้ำ  
 การจับตัวเป็นก้อน และกลิ่น โดยในการทดสอบกลิ่นจะใช้แอมโมเนียในการทดสอบด้วยการหยดลง  
 ทรายในภาชนะที่ปิดฝา และวัดการระเหยของแอมโมเนียจากการวัดระดับความรู้สึกที่มีต่อกลิ่น พบว่า  
 กากจากมันสำปะหลังสามารถขึ้นรูปได้ง่ายมีประสิทธิภาพในการดูดซึมน้ำ กลิ่น และการจับตัวเป็น  
 ก้อน เหมาะสำหรับนำมาใช้เป็นวัสดุเพื่อพัฒนาเป็นทรายแมว

Saikeaw และคณะ (2021) ได้ศึกษาการผลิตทรายแมวจากมันสำปะหลัง ที่มี  
 คุณสมบัติย่อยสลายได้ทางชีวภาพ โดยนำลำต้นของมันสำปะหลัง อบที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส  
 เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำมาบดแล้วผสมกับกัวร์กัม และอัดเม็ด แล้วนำมาทดสอบทางกายภาพ พบว่า  
 มีการดูดซึมน้ำ กลิ่น การจับตัวเป็นก้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีการเกิดฝุ่นน้อย รวมถึงสามารถ  
 ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ

## 2.3 ทราแยแมว

ทราแยแมว (Cat litter) เปรียบเสมือนห้องน้ำของแมว เนื่องจากถูกนำมาใช้เป็นวัสดุในการรองรับของเสียของแมว ซึ่งทราแยแมวที่ดีควรมีคุณสมบัติในการช่วยดูดซับปัสสาวะหรือความชื้นจากอุจจาระที่แมวขับออกมา มีการจับตัวเป็นก้อนได้ดีเมื่อแมวขับถ่ายปัสสาวะออกมาโดยทราแยแมวจะต้องไม่แตกออกจากกัน เพื่อให้สะดวกกับการตักแยกและตักสิ่งสกปรกออกได้ง่าย และสามารถเก็บกลิ่นได้ดี นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์ทราแยแมวมีการผสมกลิ่นเพื่อเพิ่มความหอมและความน่าสนใจให้กับผลิตภัณฑ์ อีกทั้งสามารถช่วยในการกลบกลิ่นของปัสสาวะและอุจจาระของแมวได้ เนื่องจากในปัสสาวะของแมวจะประกอบด้วย อิเล็กโทรไลต์ (Electrolyte) และยูเรีย (Urea) เป็นต้น ซึ่งสาเหตุของกลิ่นหลักๆจะมาจากยูเรีย โดยเมื่อปัสสาวะแมวสัมผัสกับแบคทีเรียในอากาศ ก็จะถูกย่อยสลายกลายเป็นแอมโมเนีย (Ammonia) ซึ่งมีกลิ่นฉุน หากทิ้งไว้นานขึ้นอีก แบคทีเรียจะเจริญเติบโตและปล่อยสารที่เรียกว่า เมอร์แคปแทน (Mercaptan) ซึ่งเป็นสารที่มีกลิ่นเหม็น (วัชรพงษ์, 2561) ซึ่งทราแยแมวที่ใช้แล้วควรมีการตักออกทุกวัน และควรเติมทราแยแมวเพิ่มเข้าไปประมาณ 0.5–1 กิโลกรัม ควรทำหนึ่งครั้งต่อสัปดาห์ รวมถึงต้องมีการทำความสะอาดเป็นประจำ โดยปกติจะใช้เวลาประมาณหนึ่งสัปดาห์สำหรับแมวหนึ่งตัวในการเปลี่ยนทราแยแมวใหม่ เนื่องจากหากทราแยแมวเริ่มมีกลิ่น หรือไม่สะอาด แมวอาจขับถ่ายนอกระเบทราแย เนื่องจากไม่ชอบใช้กระเบทราแยที่สกปรก และแมวบางตัวอาจกลืนปัสสาวะหรืออุจจาระ (Sunwonder, 2562) ซึ่งเป็นพฤติกรรมอันนำมาซึ่งปัญหาสุขภาพต่างๆมากมาย เช่น โรคกระเพาะปัสสาวะอักเสบ โรคนิ่ว เป็นต้น ทราแยแมวจึงจัดเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างมากต่อการเลี้ยงแมว โดยทราแยแมวสามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้

### 2.3.1 ประเภทของทราแยแมว

2.3.1.1 ทราแยแมวภูเขาไฟ (Bentonite) เป็นทราแยแมวที่ผลิตจากเบนโทไนท์ เมื่อสัมผัสกับของเหลวทราแยจะมีการจับตัวเป็นก้อนทันที ช่วยดูดซับความชื้น และกลิ่นได้ดี จึงเป็นที่นิยมในปัจจุบัน และด้วยคุณสมบัติที่จับเป็นก้อนเมื่อสัมผัสของเหลวจึงไม่ควรเททิ้งลงในชักโครก เพราะจะทำให้ท่ออุดตันได้

2.3.1.2 ทราแยแมวแบบคริสตัล หรือซิลิกาเจล (Silica gel) เป็นทราแยแมวที่มีฝุ่นน้อย แต่จะดูดซับเฉพาะของเหลวเท่านั้น มีคุณสมบัติที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้หลายรอบมีอายุการใช้งานที่ยาวนานมากกว่าทราแยชนิดอื่นๆ สามารถนำกลับมาใช้ด้วยการนำไปล้างแล้วตากแห้ง แต่แมวบางตัวอาจจะไม่ชอบลักษณะของเกล็ดโดยเฉพาะแมวเด็กที่อุ้งเท้ายังเล็กอยู่ และมีรายงานการศึกษาการนำทราแยแมวซิลิกาเจล ที่สามารถตรวจสอบสุขภาพแมวได้จากการเปลี่ยนสีของทราแย

Brianna (2022) ได้ศึกษาการผลิตทราแยแมวตรวจสอบสุขภาพด้วย โบโรโมไทมอลบลู (Bromothymol blue) โดยผลิตเป็นทราแยแมวซิลิกาเจล และมีการนำมาทดสอบการเปลี่ยนสีของทราแยแมวด้วยน้ำกรอง น้ำส้มสายชู และเบกกิ้งโซดาดละลายน้ำ พบว่า น้ำกรอง (พีเอชเป็นกลาง) จะ

เปลี่ยนเป็นสีเขียวอมเหลือง น้ำส้มสายชู (พีเอชประมาณ 3) จะเปลี่ยนเป็นสีส้ม และเบรกกิ้งโซดาที่ละลายน้ำ (พีเอชประมาณ 8)

2.3.1.3 ทรายแมวจากวัสดุธรรมชาติ (Nature) เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมสามารถย่อยสลายได้ โดยทำมาจากวัสดุธรรมชาติหลากหลาย เช่น ข้าวบาร์เลย์ เศษไม้สน และซังข้าวโพด เป็นต้น และทรายแมวจากวัสดุธรรมชาติยังสามารถทิ้งลงในชักโครกได้ ซึ่งมีวัสดุจากธรรมชาติอีกหลายชนิดที่สามารถนำมาผลิตเป็นทรายแมวที่สามารถย่อยสลายได้ทางธรรมชาติ และทิ้งลงในชักโครกได้ (โรงพยาบาลสัตว์ทองหล่อ, 2565) นอกจากนี้มีรายงานการศึกษาการใช้วัสดุจากธรรมชาติในการนำมาผลิตเป็นทรายแมวโดยพัฒนาให้สามารถยับยั้งแบคทีเรียได้อีกทั้ง มีคุณสมบัติการดูดซับน้ำและกลิ่นที่ดี

Vaughn และคณะ (2022) ได้ศึกษาการผลิตทรายแมวจากไม้ซีดาร์แดง และถ่านชีวภาพจากไม้ซีดาร์แดง โดยได้นำมาทดสอบประสิทธิภาพทางกายภาพ พบว่า ทรายแมวมีประสิทธิภาพในการดูดซับน้ำ กลิ่น และการจับตัวเป็นก้อนที่ดี สามารถย่อยสลายได้ทางธรรมชาติ และได้อธิบายค่าการจับตัวเป็นก้อนที่มีประสิทธิภาพของทรายแมว ซึ่งพบว่าควรมีค่ามากกว่าร้อยละ 70 ขึ้นไป

Vaughn และคณะ (2023) ได้ศึกษาการผลิตทรายแมวจากเปลือกถั่วเหลือง และถ่านชีวภาพเปลือกถั่วเหลือง โดยนำเปลือกถั่วเหลือง ถ่านชีวภาพ และสารต้านจุลชีพมาผสม แล้วอัดเม็ดยานำมาทดสอบประสิทธิภาพทางกายภาพและชีวภาพ พบว่า ทรายแมวสามารถดูดซับน้ำ กลิ่น และจับตัวเป็นก้อนได้ดี และได้อธิบายค่าการดูดซับน้ำที่มีประสิทธิภาพของทรายแมว ซึ่งพบว่าค่าการดูดซับน้ำควรมีค่าอยู่ที่ 3-4 หรือมากกว่า 4 ขึ้นไป และยังมีฤทธิ์ในการยับยั้งแบคทีเรีย *E. coli*, *P. aeruginosa* และ *S. aureus* ได้ และสามารถทิ้งลงชักโครกได้อย่างปลอดภัย รวมถึงย่อยสลายได้ทางธรรมชาติ

## 2.4 โรคในแมว

โรคในแมวเป็นอีกหนึ่งสาเหตุสำคัญที่ทำให้แมวของเราเกิดการเจ็บป่วย โดยสามารถเกิดได้จากหลากหลายสาเหตุ เช่น เกิดจากการติดเชื้อไวรัส เชื้อรา แบคทีเรีย พยาธิ หรือเกิดจากระบบภูมิคุ้มกันของแมว พันธุกรรม อาหารการกิน และสภาวะแวดล้อมที่ทำให้แมวเกิดความเครียด ซึ่งแน่นอนว่าโรคในแมวนั้นมีอยู่หลายโรคเช่นเดียวกันกับมนุษย์ (Petsayhai, 2023) โดยโรคที่พบได้มากในแมวมีดังต่อไปนี้

### 2.4.1 โรคในทางเดินปัสสาวะในแมว

โรคทางเดินปัสสาวะแมวนั้นเป็นปัญหาที่สามารถพบได้มากในแมว ซึ่งอาจเกิดจากความเครียดหรือปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ส่งผลทำให้แมวมีพฤติกรรมการปัสสาวะที่เปลี่ยนไป แมวบางตัวมีการปัสสาวะบ่อยครั้ง แต่มีปัสสาวะออกมาเพียงเล็กน้อยในแต่ละครั้ง หรืออาจถึงขั้นปัสสาวะไม่ออก รวมไปถึงแสดงอาการเบื่ออาหารจนทำให้เกิดการอุดตันของลิมโฟด์ในผนังกระเพาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัสสาวะ และทำให้แมวเกิดการเจ็บปวดในขณะปัสสาวะ (Royal Canin, 2018) โดยโรคทางเดินปัสสาวะที่พบได้บ่อยในแมว ได้แก่

2.4.1.1 โรคกระเพาะปัสสาวะอักเสบโดยไม่ทราบสาเหตุ เป็นโรคที่พบบ่อยที่สุดของกลุ่มโรคทางเดินปัสสาวะซึ่งทำให้เกิดการอักเสบของกระเพาะปัสสาวะ โดยมีสาเหตุมาจากแมวเกิดความเครียด เนื่องจากสามารถเป็นไปได้ทั้งจากการเจ็บป่วยและหรือพฤติกรรมของแมวจึงไม่ทราบสาเหตุที่แท้จริงได้ (Purina, 2023)

2.4.1.2 การติดเชื้อทางเดินปัสสาวะในแมว สาเหตุที่สำคัญของการติดเชื้อมาจากระบบภูมิคุ้มกันต่ำ เนื่องจากในร่างกายของแมวมีเชื้อแบคทีเรียอาศัยอยู่เมื่อภูมิคุ้มกันของร่างกายอ่อนแอลงเชื้อจะฉวยโอกาสและนำไปสู่การติดเชื้อแบคทีเรียในที่สุด (Wag, 2018) ซึ่งเชื้อที่ก่อให้เกิดการติดเชื้อได้แก่ *Escherichia coli* เป็นแบคทีเรียแกรมลบ รูปแท่ง สามารถติดเชื้อในระบบทางเดินปัสสาวะ โดยแบคทีเรียนี้จะเกาะติดกับผนังของกระเพาะปัสสาวะซึ่งทำให้เกิดการอักเสบปัสสาวะอักเสบ (มนต์ชนก, 2558)

2.4.1.3 โรคนิ่วในแมว เกี่ยวข้องกับระบบการขับถ่ายของเสียในแมว โดยอาการที่แสดงออกเบื้องต้นสามารถเกิดได้หลายอาการ เช่น มีเลือดปนออกมากับน้ำปัสสาวะ มีอาการซึมและเบื่ออาหาร เป็นต้น ซึ่งเกิดได้หลายสาเหตุ ได้แก่ พฤติกรรมการกินน้ำน้อย ส่งผลทำให้ปัสสาวะมีความเข้มข้นสูง สภาพแวดล้อมหรือความเครียด เช่น การถูกข่มขู่จากสัตว์อื่นหรือจากแมวด้วยกันเอง รวมถึงกระเพาะปัสสาวะที่ไม่สะอาด ทำให้แมวอั้นปัสสาวะ จนนำไปสู่การเป็นโรคนิ่ว และการกินอาหารที่มีโปรตีนสูง ซึ่งในอาหารบางชนิดอาจมีส่วนผสมของแคลเซียม วิตามินดี หรือฟอสฟอรัสมากเกินไป ซึ่งนิ่วในแมวแบ่งเป็นกลุ่มหลักๆเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่

1) นิ่วสตรูไวท์ (Struvite) พบได้ทั้งในสุนัขและแมวเกิดจากการตกผลึกของแร่ธาตุแมกนีเซียม แอมโมเนีย และฟอสเฟต ทำให้ปัสสาวะมีความเป็นด่างสูง เป็นนิ่วที่สามารถสลายตัวได้และจะกลับมาเป็นซ้ำได้บ่อย พบได้มากในแมวที่มีการติดเชื้อในระบบทางเดินปัสสาวะ

2) นิ่วแคลเซียมออกซาเลท (Calcium Oxalate) นิ่วชนิดนี้เกิดได้จากหลายปัจจัย เช่น ความผิดปกติของระบบการเผาผลาญพลังงานในร่างกาย หรือจากอาหารที่มีแคลเซียมสูงเกินไป ทำให้เกิดการตกตะกอนของนิ่ว

3) นิ่วยูเรต (Urate) พบได้ทั้งในสุนัขและแมวเกิดจากความผิดปกติของการทำงานของตับทำให้มีภาวะกรดยูริกหรือยูเรตสูง และพบในปัสสาวะที่มีความเข้มข้นสูง (บ้านและสวน, 2566)

## 2.4.2 โรคผิวหนังในแมว

เป็นปัญหาที่มักพบเจอได้บ่อยๆ ในสัตว์เลี้ยง ไม่ว่าจะแมวหรือสุนัข โดยโรคผิวหนังจะแสดงอาการที่คล้ายกัน เช่น อาการคัน เกา ผิวหนังแดงอักเสบ ขนร่วง มีตุ่มหนองตามตัว มีสะเก็ดผิวหนังหลุดลอก บางครั้งก็ส่งกลิ่นเหม็น และสามารถแพร่มาสู่คนได้ โดยที่มีสาเหตุมาจากการช่วนหรือการเลียผิวหนังมากเกินไป โดยสาเหตุของโรคผิวหนังสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

2.4.2.1 กลุ่มที่เกิดจากการติดเชื้อรวมถึงปรสิต ได้แก่ การติดเชื้อแบคทีเรีย การติดเชื้อปรสิตภายนอก โดยปกติจะมีเชื้อแบคทีเรียอยู่ตามธรรมชาติ รวมถึงสามารถพบได้เป็นปกติบนผิวหนังของแมว เมื่อมีปัจจัยที่ทำให้เชื้อแบคทีเรียเหล่านี้เจริญเติบโตได้มากเกินไป เช่น ช่วงหน้าฝนที่มีความชื้นมาก อากาศที่อบอ้าวร้อนชื้น ทำให้เชื้อโรคพวกนี้เจริญเติบโตจนสามารถทำให้เกิดโรคผิวหนังขึ้นมาได้ โดยเชื้อที่ก่อให้เกิดโรค ได้แก่ *Staphylococcus aureus* เป็นแบคทีเรียแกรมบวก ที่มีลักษณะกลมเรียงตัวเป็นกลุ่มคล้ายพวงอุ้งน สามารถพบได้ในมนุษย์และสัตว์ซึ่งจะพบในทางเดินหายใจ ลำคอ หรือเส้นผมและผิวหนัง อาจเกิดขึ้นเมื่อแมวได้รับบาดเจ็บ มีบาดแผล หรือมีอาการระคายเคืองที่ผิวหนัง (Wag, 2018) และเชื้อแบคทีเรีย *Pseudomonas aeruginosa* เป็นแบคทีเรียแกรมลบ มีลักษณะรูปท่อน สามารถติดเชื้อได้จากการเกิดบาดแผลที่ผิวหนังหรือในคนและสัตว์ที่มีภูมิคุ้มกันต่ำ การติดเชื้อที่เกิดจากเชื้อชนิดนี้ทำให้เกิดการอักเสบเมื่อแบคทีเรียเกาะกินอวัยวะสำคัญ เช่น ปอด ทางเดินปัสสาวะ และไต อาจทำให้เสียชีวิตได้ (Suraf, 2023) ส่วนปรสิตภายนอกในที่นี้ ได้แก่ เห็บ หมัด เหา ไร และ ขี้เรื้อน ทำให้แมวเกิดอาการคันและเกาบ่อยส่งผลทำให้เกิดผิวหนังอักเสบ

2.4.2.2 กลุ่มที่เกิดจากสาเหตุอื่นนอกเหนือการติดเชื้อ ได้แก่ ภาวะภูมิแพ้ เช่น แพ้เห็บหมัด แพ้สิ่งสัมผัส แพ้อาหาร หรือแพ้ละอองในอากาศ เป็นต้น (พรปวีณ์, 2566)

## บทที่ 3

# วิธีการดำเนินงานวิจัย

### 3.1 วัสดุดิบ

- 3.1.1 มันสำปะหลัง
- 3.1.2 ดอกอัญชันแห้ง
- 3.1.3 แก่นฝางแห้ง

### 3.2 ตัวอย่างเชื้อ

- 3.2.1 *Escherichia coli* TISTR 1466
- 3.2.2 *Pseudomonas aeruginosa* TISTR 2370
- 3.2.3 *Staphylococcus aureus* TISTR 1466

### 3.3 สารเคมี

- 3.3.1 สารเคมีที่ใช้ในการสกัด
  - 3.3.1.1 เอทานอล (Ethanol)
- 3.3.2 สารเคมีที่ใช้ในการผลิตทราย
  - 3.3.2.1 กลิ่นราสเบอร์รี่ (Raspberry flavour)
- 3.3.3 สารเคมีที่ใช้ในการทดสอบกลิ่นระเหย
  - 3.3.3.1 แอมโมเนีย (Ammonia)
- 3.3.4 สารเคมีที่ใช้ในการทดสอบการการเปลี่ยนสีของทราย
  - 3.3.4.1 กรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric acid)
  - 3.3.4.2 โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide)
- 3.3.5 สารเคมีที่ใช้ในการทดสอบการยับยั้งแบคทีเรีย
  - 3.3.5.1 เจนตามัยซิน (Gentamicin)

### 3.4 อุปกรณ์และเครื่องมือ

- 3.4.1 กระดาษกรอง (Whatman No.1 filter paper)
- 3.4.2 กระดาษลิตมัส (Litmus paper)
- 3.4.3 กระบอกตวง (Cylinder)
- 3.4.4 ขวดแก้วดูแรน (Duran bottle)
- 3.4.5 เครื่องปั่นผสม (Stand Mixer)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 3.4.6 เครื่องเขย่าสาร (Shakers)
- 3.4.7 เครื่องชั่งน้ำหนัก 4 ตำแหน่ง (Balance)
- 3.4.8 เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave)
- 3.4.9 เครื่องปั่น (Blender)
- 3.4.10 เครื่องปั่นเหวี่ยง (Centrifuge)
- 3.4.11 เครื่องผสมสาร (Vortex mixer)
- 3.4.12 เครื่องวัดขนาด (Vernier)
- 3.4.13 เครื่องวัดกรดต่าง (pH meter)
- 3.4.14 เครื่องอัดเม็ด (Pellet mill)
- 3.4.15 เครื่องอ่านปฏิกิริยาบนไมโครเพลท (Microplate reader)
- 3.4.16 จานเพาะเลี้ยงเชื้อ (Petri dishes)
- 3.4.17 ช้อนตักสาร (Spatula)
- 3.4.18 ตะแกรงร่อน (Test sieve)
- 3.4.19 ตะเกียงแอลกอฮอล์ (Alcohol lamp)
- 3.4.20 ตู้บ่มเชื้อ (Incubator)
- 3.4.21 ตู้ปลอดเชื้อ (Laminar air flow cabinet)
- 3.4.22 ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)
- 3.4.23 ปีกเกอร์ (Beaker)
- 3.4.24 ผ้าขาวบาง (Filter cloth)
- 3.4.25 มีด (Knife)
- 3.4.26 แม่พิมพ์ซิลิโคน (Silicone mold)
- 3.4.27 ไมโครปิเปต (Micropipette)
- 3.4.28 ไมโครปิเปตตีป (Micropipette tip)
- 3.4.29 ไมโครเพลทชนิด 96 หลุม (96-Well plate)
- 3.4.30 ไม้พันสำลี (Cotton swab)
- 3.4.31 หลอดทดลอง (Test tube)
- 3.4.32 หลอดเซนติฟิวก์ (Centrifuge tube)
- 3.4.33 หลวงเขี่ยเชื้อ (Loop)

### 3.5 โปรแกรม

#### 3.5.1 IBM SPSS Statistic 25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.6 วิธีการทดลอง

#### 3.6.1 การเตรียมสารสกัดจากดอกอัญชันและสารสกัดจากแก่นฝาง

ดอกอัญชันและแก่นฝางถูกนำมาสกัดด้วยตัวทำละลาย 2 ชนิด ได้แก่ น้ำ และเอทาโทล ดัดแปลงจาก จารวี และสุนงข (2555) โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

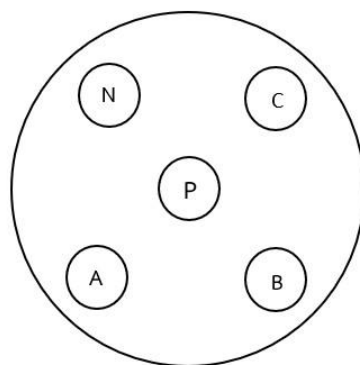
3.6.1.2 การสกัดดอกอัญชันและการสกัดแก่นฝางด้วยน้ำ นำดอกอัญชันและแก่นฝาง ต้มที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที และบันทึกสีของสารสกัด โดยเตรียมที่ความเข้มข้นร้อยละ 25, 50 และ 100 (w/v)

3.6.1.3 การสกัดดอกอัญชันและการสกัดแก่นฝางด้วยเอทาโทล นำดอกอัญชันและแก่นฝาง 500 กรัม หมักด้วยเอทานอล ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 สัปดาห์ นำสารละลายที่ได้มาทำการระเหยตัวทำละลายออก ด้วยเครื่องกลั่นระเหยสุญญากาศ (Rotary evaporators) สารสกัดที่ได้จะยังคงมีตัวทำละลายหลงเหลืออยู่ จึงนำสารสกัดที่ได้เข้าเครื่องอบแห้งภายใต้สภาวะสุญญากาศ (Vacuum drying oven) เพื่อระเหยตัวทำละลายออกจนหมด นำมาหาค่าดัชนีหักเหได้ และบันทึกสีของสารสกัดที่ได้ โดยเตรียมที่ความเข้มข้น 1, 3 และ 5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

#### 3.6.2 การทดสอบฤทธิ์การยับยั้งแบคทีเรีย

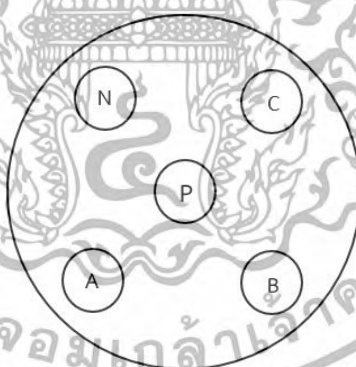
การทดสอบฤทธิ์การยับยั้งแบคทีเรีย ดัดแปลงจาก รุ่งทิพย์ และคณะ (2560) ทดสอบฤทธิ์การยับยั้งเชื้อแบคทีเรียด้วยวิธี Paper disc diffusion ทดสอบกับเชื้อแบคทีเรีย 3 ชนิด ได้แก่ *E. coli*, *P. aeruginosa* และ *S. aureus* โดยการเลี้ยงเชื้อที่นำมาทดสอบในอาหารเลี้ยงเชื้อ Mueller Hinton Broth (MHB) ปริมาตร 5 มิลลิลิตร บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และนำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 625 นาโนเมตร ให้ได้ค่าการดูดกลืนแสงที่อยู่ในช่วง 0.08-0.13 จากนั้นใช้ไม้ปั่นสำลีปลอดเชื้อจุ่มในสารละลายเชื้อแบคทีเรียแล้วนำมา Swab ลงบนอาหาร Mueller Hinton agar (MHA) ให้ทั่วผิวน้ำอาหาร ใช้คีมคีบปลอดเชื้อคีบ Paper disc ที่หยดตัวควบคุมเชิงบวกคือยาปฏิชีวนะเจนตามัยซินความเข้มข้น 10 ไมโครกรัมต่อดิสก์ ตัวควบคุมเชิงลบคือน้ำกลั่นปลอดเชื้อ และตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบ ในปริมาณ 10 ไมโครลิตร แล้วนำมาวางลงบนผิวน้ำอาหาร จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง และนำมาบริเวณการยับยั้ง (Clear zone) ที่เกิดขึ้นโดยวัดเป็นหน่วยมิลลิเมตร ซึ่งมีการทดสอบดังต่อไปนี้

3.6.2.1 การทดสอบฤทธิ์การยับยั้งแบคทีเรียของวัตถุดิบและตัวอย่างเปรียบเทียบ นำตัวอย่างของน้ำมันสำปะหลัง กลิ่นที่ใช้ในการผสม และทรายแมวจากท้องตลาด หยดลงแผ่น Paper disc และนำไปวางลงบนผิวน้ำอาหาร โดยมีลักษณะการวางดังแสดงรูปที่ 3.1



**รูปที่ 3.1** ลักษณะการวางแผ่น Paper disc ของวัตถุดิบและตัวอย่างเปรียบเทียบ โดยที่ P คือ ตัวควบคุมเชิงบวก (ยาปฏิชีวนะเจนตามัยซิน) N คือ ตัวควบคุมเชิงลบ (น้ำกลั่นปลอดเชื้อ) A คือ ทรายแมวมันสำปะหลัง B คือ กลิ่นที่ใช้ในการผสม และ C คือ ทรายแมวจากห้องตลาด

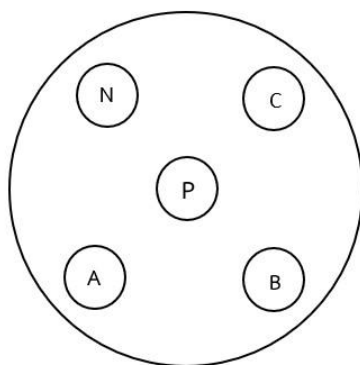
3.6.2.2 การทดสอบฤทธิ์การยับยั้งแบคทีเรียของสารสกัดอัญชันและแก่นฝางที่สกัดด้วยน้ำ โดยนำตัวอย่างของสารสกัดอัญชันและสารสกัดแก่นฝางที่สกัดด้วยน้ำ ความเข้มข้นร้อยละ 25, 50 และ 100 (w/v) หยดลงแผ่น Paper disc และนำไปวางลงบนผิวหน้าอาหาร โดยมีลักษณะการวาง ดังแสดงรูปที่ 3.2



**รูปที่ 3.2** ลักษณะการวางแผ่น Paper disc ของสารสกัดดอกอัญชันและสารสกัดแก่นฝางที่สกัดด้วยน้ำ โดยที่ P คือตัวควบคุมเชิงบวก (ยาปฏิชีวนะเจนตามัยซิน) N คือตัวควบคุมเชิงลบ (น้ำกลั่นปลอดเชื้อ) A, B และ C คือ สารสกัดความเข้มข้นร้อยละ 25, 50 และ 100 (w/v)

3.6.2.3 การทดสอบฤทธิ์การยับยั้งแบคทีเรียของสารสกัดดอกอัญชันและสารสกัดแก่นฝางที่สกัดด้วยเอทานอล โดยนำตัวอย่างของสารสกัดอัญชันและแก่นฝางที่สกัดด้วยเอทานอล ที่ความเข้มข้น 1, 3 และ 5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร หยดลงแผ่น Paper disc และนำไปวางลงบนผิวหน้าอาหาร โดยมีลักษณะการวางดังแสดงรูปที่ 3.3

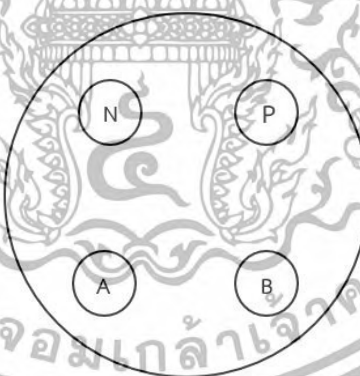
เอกสารนี้เป็นเอกสารทสวงนเวสสำหรับกรแข่งขนเพอกรศึกษเทอนัน ไมออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 ลักษณะการวางแผ่น Paper disc ของสารสกัดอัญชันและแก่นฝางที่สกัดด้วยเอทานอล

โดยที่ P คือ ตัวควบคุมเชิงบวก (ยาปฏิชีวนะเจนตามัยซิน) N คือ ตัวควบคุมเชิงลบ (น้ำกลั่นปลอดเชื้อ) A, B และ C คือ สารสกัดความเข้มข้น 1, 3 และ 5 มิลลิกรัมต่อ มิลลิลิตร

3.6.2.4 การทดสอบฤทธิ์การยับยั้งแบคทีเรียของทรายแมวตรวจสอบสุขภาพ โดย นำตัวอย่างของทรายแมวขนาดเล็กที่ความเข้มข้นร้อยละ 100 (w/v) และทรายแมวขนาด ขนาดใหญ่ที่ความเข้มข้น 5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร นำมาบดด้วยโกร่ง จากนั้นหยดลงแผ่น Paper disc และนำไปวางลงบนผิวหน้าอาหาร โดยมีลักษณะการวางดังแสดงรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 ลักษณะการวางแผ่น Paper disc ของทรายแมวตรวจสอบสุขภาพ โดยที่ P คือ ตัวควบคุมเชิง

บวก (ยาปฏิชีวนะเจนตามัยซิน) N คือ ตัวควบคุมเชิงลบ (น้ำกลั่นปลอดเชื้อ) A คือ ตัวอย่างทรายแมวขนาดเล็ก และทรายแมวขนาดใหญ่ B คือ ตัวอย่างทรายแมวขนาดเล็ก และ ทรายแมวขนาดใหญ่ที่ผสมกลิ่น

### 3.6.3 การผลิตทรายแมว

เตรียมมันสำปะหลัง ตัดแปลงจาก นิตาร์ตัน และคณะ (2562) นำมันสำปะหลัง มาล้างทำความสะอาดและปอกเปลือกมันสำปะหลังออก จากนั้นหั่นมันสำปะหลังเป็นชิ้นเล็กๆ แล้วนำไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำมาบดด้วยเครื่องปั่น โดยบดให้เป็นผงแป้งจากนั้นนำมาผลิตเป็นทรายแมว

โดยการผลิตทรายแมว ตัดแปลงจาก Saikeaw และคณะ (2021) ซึ่งทรายแมวแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือทรายแมวสารสกัดดอกอัญชัน และทรายแมวสารสกัดแก่นฝาง โดยที่แต่ละชนิดจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ขนาด คือทรายแมวขนาดเล็ก และทรายแมวขนาดใหญ่ และแบ่งเป็นทรายแมวที่ผสมกลิ่นราสเบอร์รี่ และทรายแมวที่ไม่ผสมกลิ่นราสเบอร์รี่ โดยมีขั้นตอนการผลิตดังต่อไปนี้

3.6.3.1 การผลิตทรายแมวขนาดเล็ก โดยนำสารสกัดดอกอัญชันและสารสกัดแก่นฝาง ที่สกัดด้วยน้ำ มาผสมกับแป้งมันสำปะหลัง โดยนำแป้งมันสำปะหลังใส่ลงในเครื่องปั่นแบบผสม จากนั้นค่อยๆเติมสารสกัดดอกอัญชันหรือสารสกัดแก่นฝางที่ความเข้มข้นร้อยละ 100 (w/v) และทรายแมวผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันเป็นเวลา 2 นาที นำไปอัดเม็ดด้วยเครื่องอัดเม็ด แล้วนำไปอบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

3.6.3.2 การผลิตทรายแมวขนาดใหญ่ โดยนำสารสกัดดอกอัญชันและสารสกัดแก่นฝาง ที่สกัดด้วยเอทานอล มาผสมกับแป้งมันสำปะหลัง โดยใช้แป้งมันสำปะหลังใส่ลงในเครื่องปั่นแบบผสม จากนั้นค่อยๆเติมสารสกัดดอกอัญชันหรือสารสกัดแก่นฝางที่ความเข้มข้น 5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันเป็นเวลา 2 นาที นำไปอัดเม็ดด้วยแม่พิมพ์ซิลิโคน แล้วนำไปอบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

3.6.3.3 การผลิตทรายแมวขนาดเล็กและขนาดใหญ่ที่ผสมกลิ่นราสเบอร์รี่ โดยนำกลิ่นราสเบอร์รี่ ปริมาตร 1 มิลลิลิตร เติมลงในเครื่องปั่นแบบผสม และใช้วิธีการผลิตในขั้นตอนที่ 3.6.3.1 และ 3.6.3.2 เช่นเดียวกัน

### 3.6.4 การทดสอบประสิทธิภาพทางกายภาพของทรายแมว

การทดสอบประสิทธิภาพทางกายภาพของทรายแมวแบ่งออกเป็น การทดสอบการดูดซับน้ำ การทดสอบการจับตัวเป็นก้อน การทดสอบการดูดซับกลิ่น และการทดสอบการละลายน้ำของทรายแมว โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.6.4.1 การทดสอบประสิทธิภาพการดูดซับน้ำของทรายแมวขนาดเล็ก ดัดแปลงจาก Vaughn และคณะ (2022) นำตัวอย่างทรายแมว 1 กรัม ใส่ลงในหลอดเซนติฟิวก์ขนาด 50 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นปริมาตร 40 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 5 นาที แล้วนำเข้าเครื่องปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 2000 rpm เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นดูดส่วนใสออกแล้วนำมาชั่งน้ำหนัก โดยค่าการดูดซับน้ำคำนวณได้จากสูตรดังนี้

$$\text{ค่าการดูดซับน้ำ} = \frac{\text{น้ำหนักหลอดที่มีตัวอย่าง} - \text{น้ำหนักหลอดเปล่า}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างแห้ง}}$$

3.6.4.2 การทดสอบประสิทธิภาพการจับตัวเป็นก้อนทรายแมวขนาดเล็ก ดัดแปลงจาก Vaughn และคณะ (2022) นำตัวอย่างทรายแมวมา 30 กรัม ใส่ลงในบีกเกอร์ จากนั้นหยดน้ำลงไปปริมาตร 10 มิลลิลิตร แล้วนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำมาเทลงบนตะแกรงกรองขนาด 5 มิลลิเมตร เขย่าเป็นเวลา 1 นาที จากนั้นนำตัวอย่างที่อยู่บนตะแกรงมาชั่งน้ำหนัก โดยค่าการจับตัวเป็นก้อน คำนวณได้จากสูตรดังนี้

$$\text{ร้อยละการจับตัวเป็นก้อน} = \frac{\text{น้ำหนักของตัวอย่างที่คงอยู่บนตะแกรง}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างแห้งที่ใช้}} \times 100$$

และได้นำทรายมาทำการทดสอบระยะเวลาที่สามารถจับตัวเป็นก้อนได้เร็วที่สุด โดยจำลองการปัสสาวะของแมว โดยหยดน้ำลงทรายแมวทำการกลบทราย แล้วทิ้งไว้เป็นเวลา 15, 30 และ 60 วินาที สังเกตลักษณะการจับตัวเป็นก้อน

3.6.4.3 การทดสอบประสิทธิภาพการดูดซับกลิ่นของทรายแมวขนาดเล็ก ดัดแปลงจาก นิดาร์ตัน และคณะ (2562) นำตัวอย่างทรายแมวใส่ลงในบีกเกอร์แล้วหยดสารละลายแอมโมเนียลงไป จากนั้นนำบีกเกอร์วางลงในภาชนะที่ใช้ในการทดสอบแล้วนำตะแกรงวางปิดบนภาชนะ และนำกระดาษลิทมัสวางบนตะแกรงแล้วปิดฝา จากนั้นสังเกตสีของกระดาษลิทมัสที่เวลา 15, 30 และ 60 นาที หากกระดาษลิทมัสเกิดการเปลี่ยนสีไปจากสีแดง จะสามารถบ่งบอกถึงประสิทธิภาพการดูดซับกลิ่นได้โดยเทียบสีของกระดาษลิทมัสเพื่อดูค่าพีเอชของแอมโมเนียที่ระเหย

3.6.4.4 การทดสอบการละลายน้ำของทรายแอมวขนาดเล็กและขนาดใหญ่ โดยนำตัวอย่างทรายแอมว 1 กรัมใส่ลงในบีกเกอร์ จากนั้นเติมน้ำกลั่นปริมาตร 50 มิลลิลิตรลงในบีกเกอร์ และบันทึกลักษณะการละลายน้ำของทรายแอมว รวมถึงระยะเวลาที่ทรายแอมวสามารถละลายน้ำได้

### 3.6.5 การทดสอบคุณสมบัติอินดิเคเตอร์จากธรรมชาติของทรายแอมว

การทดสอบประสิทธิภาพการเป็นอินดิเคเตอร์จากธรรมชาติของทรายแอมว ดัดแปลงจาก Brianna (2022) ทำการ calibrate เครื่องวัดพีเอช (pH meter) ด้วยสารละลายบัฟเฟอร์พีเอช 7, 4 และ 9 ตามลำดับ จากนั้นนำสารละลาย ที่เตรียมโดยการใช้กรดไฮโดรคลอริก และโซเดียมไฮดรอกไซด์ และวัดพีเอชด้วยเครื่องวัดพีเอช โดยเตรียมสารละลายให้มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ในช่วง 1-14 แล้วนำสารละลายที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ในช่วง 1-14 หยดลงบนตัวอย่างทรายแอมว สังเกตการเปลี่ยนสีของทราย โดยเทียบสี และรหัสสีจาก RHS mini color chart

### 3.6.6 การทดสอบทรายกับสัตว์เลี้ยง

นำทรายมาทดสอบกับสัตว์เลี้ยงเป็นเวลา 1 สัปดาห์ สังเกตการใช้งานการใช้ทรายของสัตว์เลี้ยง การดูดซับปัสสาวะ การจับตัวเป็นก้อน การดูดซับกลิ่น รวมถึงสีของทรายแอมว

### 3.6.7 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (Analysis of variance : ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test at  $P < 0.05$  วิเคราะห์ด้วยโปรแกรม IBM SPSS Statistic 25

## บทที่ 4

### ผลการวิจัยและการอภิปรายผล


#### 4.1 ผลการสกัดสารจากดอกอัญชันและแก่นฝาง

จากการสกัดสารจากดอกอัญชันและแก่นฝางที่สกัดด้วยตัวทำละลายน้ำ และ เอทานอล พบว่า สารสกัดจากดอกอัญชันและแก่นฝางที่สกัดด้วยน้ำ ลักษณะของสารสกัดทั้งสองจะมีลักษณะเป็นของเหลว ดังแสดงในตารางภาคผนวกที่ ข-1 ซึ่งสีของสารสกัดจากดอกอัญชันจะมีสีน้ำเงิน และสารสกัดจากแก่นฝางสีของสารสกัดจะมีสีแดง โดยเทียบรหัสสีจาก RHS mini color chart ดังแสดงในตารางที่ 4.1 ส่วนสารสกัดจากดอกอัญชันและแก่นฝางที่สกัดด้วยเอทานอล พบว่า ลักษณะของสารสกัดจากดอกอัญชันมีลักษณะเป็นก้อนหนืด ส่วนสารสกัดจากแก่นฝางมีลักษณะผงแห้ง ดังแสดงในตารางภาคผนวกที่ ข-1 สารสกัดดอกอัญชันและแก่นฝาง น้ำหนักของสารสกัดที่ได้ เท่ากับ 15.08 และ 8.79 กรัม มีร้อยละผลได้เท่ากับ 3.02 และ 1.76 ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าน้ำหนักของสารสกัดจากดอกอัญชัน จะมีปริมาณของสารและร้อยละผลได้ที่มากกว่าสารสกัดแก่นฝาง ซึ่งสีของสารสกัดดอกอัญชันจะมีสีน้ำเงิน ส่วนสีของสารสกัดแก่นฝางจะมีสีแดง โดยเทียบรหัสสีจาก RHS mini color chart ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.1 สี และรหัสสีของสารสกัดที่สกัดด้วยน้ำ จาก RHS mini color chart

สารสกัด	สีของสารสกัด	รหัสสีสารสกัด
ดอกอัญชัน		RHS 95A
แก่นฝาง		RHS 45A

ตารางที่ 4.2 น้ำหนัก ร้อยละผลได้ สี และรหัสสีของสารสกัดที่สกัดด้วยเอทานอล จาก RHS mini color chart

สารสกัด	น้ำหนักสารสกัด (กรัม)	ผลได้ (ร้อยละ)	สีสารสกัด	รหัสสี สารสกัด
ดอกอัญชัน	15.08	3.02		RHS 98A
แก่นฝาง	8.79	1.76		RHS 172A

## 4.2 ผลการทดสอบฤทธิ์การยับยั้งแบคทีเรีย

จากการทดสอบฤทธิ์การยับยั้งแบคทีเรีย โดยมีปัจจัยที่มีผลต่อการทดสอบ คือ วัตถุดิบในการผลิตทรายแมว ได้แก่ มันสำปะหลัง และกลี้นราสเบอร์รี่ ชนิดของสารสกัด ได้แก่ ดอกอัญชัน และแก่นฝาง และชนิดของตัวทำละลายได้แก่ น้ำ และเอทานอล รวมถึงทรายแมวเปรียบเทียบ คือ ทรายแมวจากท้องตลาด โดยนำมาทดสอบฤทธิ์ในการยับยั้งแบคทีเรีย 3 ชนิด คือ *Escherichia coli* TISTR 1466, *Pseudomonas aeruginosa* TISTR 2370 และ *Staphylococcus aureus* TISTR 1466 ซึ่งมีผลการทดสอบดังต่อไปนี้

### 4.2.1 ผลการทดสอบฤทธิ์การยับยั้งแบคทีเรียของวัตถุดิบในการผลิตทรายแมว และทรายแมวที่นำมาเปรียบเทียบ

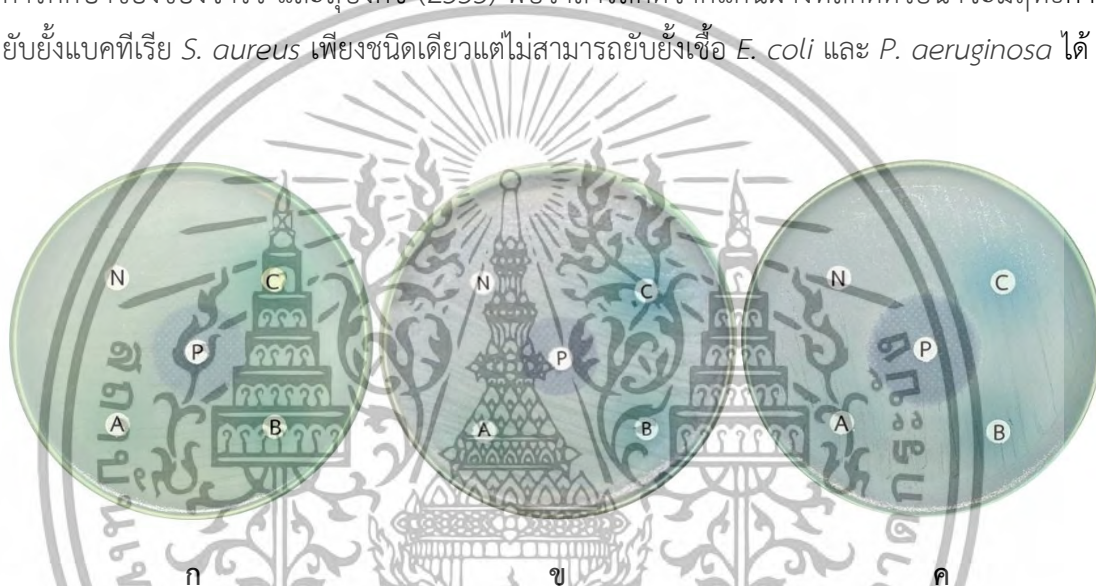
จากการทดสอบฤทธิ์การยับยั้งแบคทีเรีย พบว่าวัตถุดิบในการผลิตทรายแมว คือ มันสำปะหลัง (A) และกลี้นราสเบอร์รี่ (B) รวมถึงทรายแมวที่นำมาเปรียบเทียบ คือ ทรายแมวจากท้องตลาด (C) ไม่มีฤทธิ์ในการยับยั้งแบคทีเรีย เนื่องจากไม่มีบริเวณการยับยั้งแบคทีเรียทั้ง 3 ชนิด ดังแสดงรูปที่ 4.1



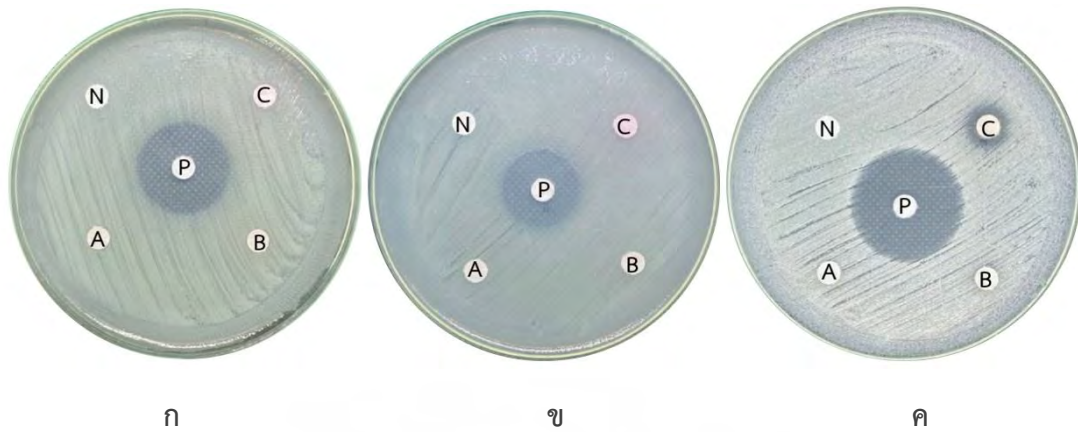
รูปที่ 4.1 ผลการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย (ก) *Escherichia coli* (ข) *Pseudomonas aeruginosa* (ค) *Staphylococcus aureus* ของวัตถุดิบในการผลิตทรายแมว และทรายแมวที่นำมาเปรียบเทียบ โดยตัวอักษร P คือ ตัวควบคุมเชิงบวก (เจนตามัยซิน) N คือ ตัวควบคุมเชิงลบ (น้ำกลั่นปลอดเชื้อ) A คือ มันสำปะหลัง B คือ กลี้นราสเบอร์รี่ และ C คือ ทรายแมวจากท้องตลาด

#### 4.2.2 ผลการทดสอบฤทธิ์การยับยั้งแบคทีเรียของสารสกัดจากดอกอัญชันและแก่นฝางที่สกัดด้วยตัวทำละลายน้ำ

จากการทดสอบฤทธิ์การยับยั้งแบคทีเรียของสารสกัดจากดอกอัญชันและแก่นฝางที่ความเข้มข้นร้อยละ 25 (A), 50 (B) และ 100 (C) (w/v) พบว่าสารสกัดจากดอกอัญชันไม่มีฤทธิ์ในการยับยั้งแบคทีเรียทั้ง 3 ชนิด เนื่องจากไม่พบบริเวณการยับยั้งของแบคทีเรีย ดังแสดงรูปที่ 4.2 แต่สารสกัดจากแก่นฝาง พบว่ามีฤทธิ์ในการยับยั้งแบคทีเรียเพียงชนิดเดียว คือ *S. aureus* โดยยับยั้งที่ความเข้มข้นร้อยละ 100 (w/v) ดังแสดงรูปที่ 4.3 ซึ่งมีบริเวณการยับยั้งแบคทีเรียเท่ากับ 10.92 มิลลิเมตร โดยมีบริเวณการยับยั้งแบคทีเรียได้มากที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 4.3 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของของจางวี และสุบงกช (2555) พบว่าสารสกัดจากแก่นฝางที่สกัดด้วยน้ำจะมีฤทธิ์การยับยั้งแบคทีเรีย *S. aureus* เพียงชนิดเดียวแต่ไม่สามารถยับยั้งเชื้อ *E. coli* และ *P. aeruginosa* ได้



รูปที่ 4.2 ผลการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย (ก) *Escherichia coli* (ข) *Pseudomonas aeruginosa* (ค) *Staphylococcus aureus* สารสกัดดอก อัญชันที่สกัดด้วยน้ำ โดยตัวอักษร P คือ ตัวควบคุมเชิงบวก (เจนตามัยซิน) N คือ ตัวควบคุมเชิงลบ (น้ำกลั่นปลอดเชื้อ) A, B และ C คือ สารสกัดดอกอัญชันความเข้มข้นร้อยละ 25, 50 และ 100 (w/v) ตามลำดับ



รูปที่ 4.3 ผลการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย (ก) *Escherichia coli* (ข) *Pseudomonas aeruginosa* (ค) *Staphylococcus aureus* ของสารสกัดแก่นฝางที่สกัดด้วยน้ำ โดยตัวอักษร P คือ ตัวควบคุมเชิงบวก (เจนตามยจีน) N คือ ตัวควบคุมเชิงลบ (น้ำกลั่นปลอดเชื้อ) A, B และ C คือ สารสกัดแก่นฝางความเข้มข้นร้อยละ 25, 50 และ 100 (w/v)

ตารางที่ 4.3 ผลการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *E. coli*, *P. aeruginosa* และ *S. aureus* ของสารสกัดดอกอัญชันและแก่นฝางที่สกัดด้วยน้ำ

ตัวอย่างสารสกัด	ความเข้มข้น (w/v)	บริเวณยับยั้ง (มิลลิเมตร)		
		<i>E. coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>S. aureus</i>
ดอกอัญชัน	25	0.00	0.00	0.00
	50	0.00	0.00	0.00
	100	0.00	0.00	0.00
แก่นฝาง	25	0.00	0.00	0.00
	50	0.00	0.00	0.00
	100	0.00	0.00	10.92
ตัวควบคุมเชิงบวก	เจนตามยจีน	22.58	20.25	29.19

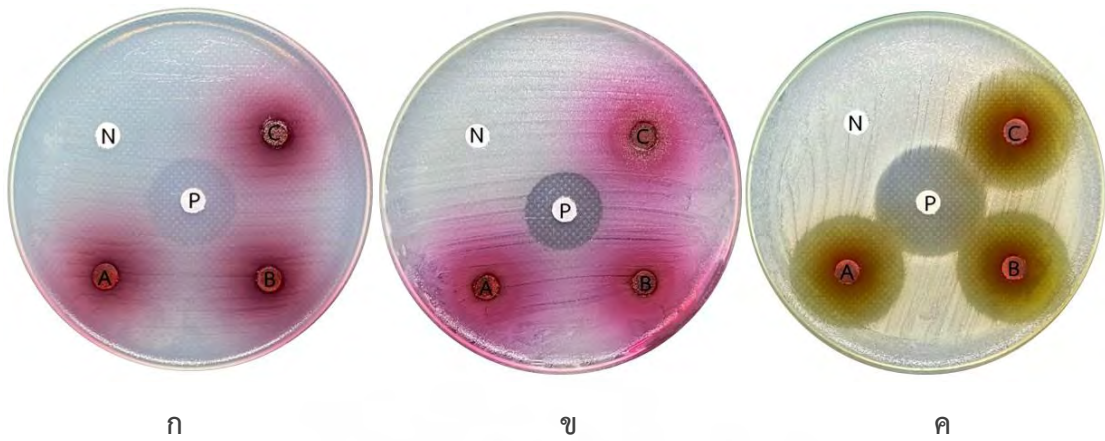
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.2.3 ผลการทดสอบฤทธิ์การยับยั้งแบคทีเรียของสารสกัดจากดอกอัญชันและแก่นฝางที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล

จากการทดสอบฤทธิ์การยับยั้งแบคทีเรียของสารสกัดจากดอกอัญชันและแก่นฝางที่ความเข้มข้น 1 (A), 3 (B) และ 5 (C) มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร พบว่าสารสกัดจากดอกอัญชันไม่มีฤทธิ์ในการยับยั้งแบคทีเรียทั้ง 3 ชนิด เนื่องจากไม่พบบริเวณการยับยั้งของแบคทีเรีย ดังแสดงรูปที่ 4.4 แต่สารสกัดจากแก่นฝางที่ความเข้มข้น 1 (A), 3 (B) และ 5 (C) มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร พบว่าทุกความเข้มข้นมีฤทธิ์ในการยับยั้งแบคทีเรียเพียงชนิดเดียว คือ *S. aureus* ดังแสดงรูปที่ 4.5 ซึ่งที่ความเข้มข้น 5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร มีบริเวณการยับยั้งแบคทีเรียได้ดีที่สุดโดยมีบริเวณการยับยั้งแบคทีเรียเท่ากับ 29.13 มิลลิเมตร รองลงมาคือความเข้มข้น 3 และ 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรโดยมีบริเวณการยับยั้งเท่ากับ 28.76 และ 27.87 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.4 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของจารวี และสุภงกช (2555) พบว่าสารสกัดจากแก่นฝางที่สกัดด้วยเอทานอลนั้นมีฤทธิ์การยับยั้งแบคทีเรีย *S. aureus* และ *E. coli* แต่ไม่สามารถยับยั้งเชื้อ *P. aeruginosa* ได้ และสารสกัดแก่นฝางจะสามารถยับยั้งเชื้อ *E. coli* ได้ที่ความเข้มข้น 128 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรขึ้นไป ทั้งนี้เนื่องจากในงานทดลองนี้ ใช้ความเข้มข้นสูงสุดในการทดลองที่ 5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรจึงไม่สามารถยับยั้งเชื้อ *E. coli* ได้



รูปที่ 4.4 ผลการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย (ก) *Escherichia coli* (ข) *Pseudomonas aeruginosa* (ค) *Staphylococcus aureus* ของสารสกัดดอกอัญชันที่สกัดด้วยเอทานอล โดยตัวอักษร P คือ ตัวควบคุมเชิงบวก (เจนตามัยซิน) และ N คือ ตัวควบคุมเชิงลบ (น้ำกลั่นปลอดเชื้อ) A, B และ C คือ สารสกัดดอกอัญชันความเข้มข้น 1, 3 และ 5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร



รูปที่ 4.5 ผลการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย (ก) *Escherichia coli* (ข) *Pseudomonas aeruginosa* (ค) *Staphylococcus aureus* ของสารสกัดแก่นฝางที่สกัดด้วยเอทานอล โดยตัวอักษร P คือ ตัวควบคุมเชิงบวก (เจนตามัยซิน) N คือ ตัวควบคุมเชิงลบ (น้ำกลั่นปลอดเชื้อ) A, B และ C คือ สารสกัดแก่นฝางความเข้มข้น 1, 3 และ 5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

ตารางที่ 4.4 ผลการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *E. coli*, *P. aeruginosa* และ *S. aureus* ของสารสกัดดอก อัญชันและแก่นฝางที่สกัดด้วยเอทานอล









ตัวอย่างสารสกัด	ความเข้มข้น (มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)	บริเวณยับยั้ง (มิลลิเมตร)		
		<i>E. coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>S. aureus</i>
ดอกอัญชัน	1	0.00	0.00	0.00
	3	0.00	0.00	0.00
	5	0.00	0.00	0.00
แก่นฝาง	1	0.00	0.00	27.87
	3	0.00	0.00	28.76
	5	0.00	0.00	29.13
ตัวควบคุมเชิงบวก	เจนตามัยซิน	22.41	20.13	29.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.3 ผลการผลิตทรายแมว

ในการผลิตทรายแมวแบ่งออกเป็นสารสกัด 2 ชนิด ได้แก่ ดอกอัญชัน และแก่นฝาง ในแต่ละชนิด ถูกแบ่งออกเป็น 2 ขนาด โดยทรายแมวขนาดเล็ก มีลักษณะเป็นเม็ดมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 1-2 มิลลิเมตร ทรายแมวขนาดใหญ่มีลักษณะเป็นเม็ดมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร และทรายเม็กลิ้นหอมราสเบอร์รี่อ่อนๆ ซึ่งทรายแมวขนาดเล็กและขนาดใหญ่ ที่ผสมสารสกัดดอกอัญชันสีของทรายจะมีสีน้ำเงิน ทรายแมวขนาดเล็กและขนาดใหญ่ที่ผสมสารสกัดแก่นฝางสีของทรายจะมีสีส้ม ดังแสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ลักษณะของทรายแมว สี และรหัสสี จาก RHS mini color chart

ตัวอย่าง ทรายแมว	เส้นผ่าน ศูนย์กลาง (มิลลิเมตร)	รูปลักษณะ	สี	รหัสสี
ทรายแมวอัญชัน	1-2			RHS 115D
	6			RHS 104D
ทรายแมวฝาง	1-2			RHS 26D
	6			RHS 24A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.4 ผลการทดสอบประสิทธิภาพทางกายภาพของทรายแมว

การทดสอบประสิทธิภาพทางกายภาพของทรายแมวขนาดเล็กโดยใช้ขั้นตอนที่ 3.6.4 และนำมาเปรียบเทียบกับทรายแมวจากท้องตลาด มีผลดังต่อไปนี้

##### 4.4.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการดูดซับน้ำ

จากการทดสอบการดูดซับน้ำของทรายแมวอัญชันและทรายแมวฝางขนาดเล็ก โดยนำมาเปรียบเทียบกับทรายแมวจากท้องตลาด พบว่าทรายแมวจากท้องตลาดมีค่าการดูดซับน้ำได้มากที่สุด โดยมีค่าการดูดซับน้ำเท่ากับ 5.40 รองลงมาคือทรายแมวฝาง และทรายแมวอัญชันซึ่งมีค่าการดูดซับน้ำเท่ากับ 4.59 และ 4.57 ตามลำดับ และจะเห็นได้ว่าทรายแมวฝางและอัญชันนั้นมีค่าการดูดซับน้ำที่ไม่แตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 4.6 และค่าการดูดซับน้ำของทรายแมวอัญชันและทรายแมวฝางยังมีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่ดีมาก สอดคล้องกับการศึกษาของ Vaughn และคณะ (2023) พบว่าค่าการดูดซับน้ำควรมีค่ามากกว่า 3 จะถือว่าเป็นค่าการดูดซับน้ำที่ดี แต่ถ้ามีค่ามากกว่า 4 ขึ้นไปจะถือว่าเป็นค่าการดูดซับน้ำที่ดีมาก

##### 4.4.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการจับตัวเป็นก้อน

จากการทดสอบการจับตัวเป็นก้อนของทรายแมวอัญชันและทรายแมวฝางขนาดเล็ก โดยนำมาเปรียบเทียบกับทรายแมวจากท้องตลาด พบว่าทรายแมวจากท้องตลาดมีค่าการจับตัวเป็นก้อนได้มากที่สุด โดยมีค่าการจับตัวเป็นก้อนเท่ากับร้อยละ 88.83 รองลงมาคือทรายแมวฝาง และทรายแมวอัญชันซึ่งมีค่าการจับตัวเป็นก้อนเท่ากับร้อยละ 78.22 และ 78.15 ตามลำดับ และจะเห็นทรายแมวฝางและอัญชันนั้นมีการจับตัวเป็นก้อนที่ไม่แตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 4.6 และค่าการจับตัวเป็นก้อนของทรายแมวอัญชันและทรายแมวฝางยังมีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่ดีมาก สอดคล้องกับการศึกษาของ Vaughn และคณะ (2022) พบว่าค่าการจับตัวเป็นก้อนควรมีค่ามากกว่าร้อยละ 70 ขึ้นไป จึงจะถือว่าเป็นค่าการจับตัวเป็นก้อนที่มีประสิทธิภาพ และในการทดสอบระยะเวลาที่ทรายแมวสามารถจับตัวเป็นก้อนได้เร็วที่สุด พบว่าทรายแมวอัญชันและทรายแมวฝาง สามารถจับตัวได้เร็วที่สุดที่เวลา 15 วินาทีซึ่งจับตัวได้เร็วกว่า เมื่อเทียบกับทรายแมวจากท้องตลาด ดังแสดงในตารางที่ 4.7 ทั้งนี้ระยะเวลาในการจับตัวเป็นก้อนที่ดีกว่าไม่ได้ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการจับตัวเป็นก้อนของทราย

#### 4.4.3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการดูดซับกลิ่น

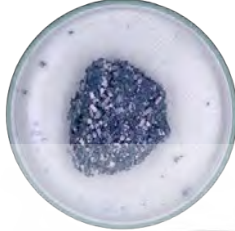
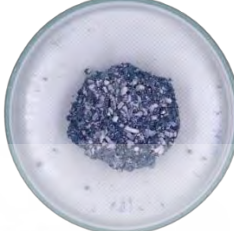
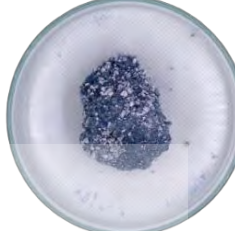





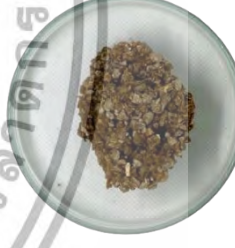
จากการทดสอบการดูดซับกลิ่นของทรายแมวอัญชันและทรายแมวฝางขนาดเล็ก โดยสังเกตสีของกระดาษลิทมัสเนื่องจากแอมโมเนียมีคุณสมบัติเป็นด่างซึ่งจะเปลี่ยนสีของกระดาษลิทมัสจากสีเหลืองเป็นสีเขียว เมื่อหยดแอมโมเนียลงไป พบว่าทรายแมวอัญชัน ทรายแมวฝาง และทรายแมวจากท้องตลาด สีของกระดาษลิทมัสนั้นเกิดการเปลี่ยนแปลงจากสีเหลืองเป็นสีเขียวอ่อนเมื่อปล่อยทิ้งไว้เป็นเวลา 15 นาที 30 นาที และ 60 นาทีที่จะเห็นได้ว่าสีของกระดาษลิทมัสยังคงเป็นสีเขียวอ่อนเหมือนเดิมไม่มีสีที่เข้มขึ้นดังแสดงในตารางที่ 4.8 และเมื่อนำไปเทียบค่าพีเอช พบว่ามีค่าพีเอชอยู่ที่ 7 ซึ่งถือว่ามีประสิทธิภาพการดูดซับกลิ่นที่ดี โดยทรายแมวอัญชัน และทรายแมวฝางนั้น มีประสิทธิภาพการดูดซับกลิ่นเทียบเท่ากับทรายแมวจากท้องตลาด ดังแสดงในตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.6 ค่าการดูดซับน้ำ และการจับตัวเป็นก้อนของทรายแมว

ตัวอย่างทราย	ค่าการดูดซับน้ำ	ค่าการจับตัวเป็นก้อน (ร้อยละ)
ทรายแมวอัญชัน	4.57 <sup>b</sup> ±0.03	78.15 <sup>b</sup> ±1.69
ทรายแมวฝาง	4.59 <sup>b</sup> ±0.24	78.22 <sup>b</sup> ±1.54
ทรายแมวท้องตลาด	5.40 <sup>a</sup> ±0.43	88.83 <sup>a</sup> ±2.06



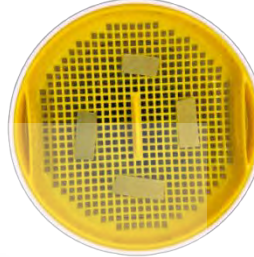



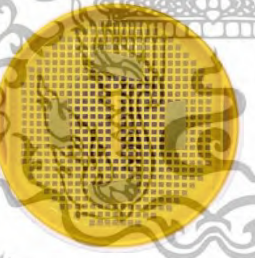


หมายเหตุ ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าการดูดซับน้ำและค่าการจับตัวเป็นก้อน โดยตัวอักษร a-b ในตารางแสดงค่าความแตกต่างทางสถิติด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)  $p < 0.05$

ตารางที่ 4.7 ผลการทดสอบระยะเวลาการจับตัวเป็นก้อนของทรายแมว

ตัวอย่างทราย	ลักษณะการจับตัวเป็นก้อน		
	15 วินาที	30 วินาที	1 นาที
ทรายแมวอัญชัน			
ทรายแมวฝาง			
ทรายแมวทองตลาด			










เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 ผลการทดสอบการดูดซับกลิ่นของทรายแมว

ตัวอย่างทราย	ลักษณะการดูดซับกลิ่น		
	15 นาที	30 นาที	60 นาที
ทรายแมวอัญชัน			
ทรายแมวฝาง			
ทรายแมวห้องตลาด			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 ผลการทดสอบการดูดซับกลิ่น สี รหัสสี จาก RHS mini color chart และ พีเอช

ระยะเวลา	ตัวอย่างทรายแมว								
	ทรายแมวอัญชัน			ทรายแมวฝาง			ทรายแมวท้องตลาด		
	สี	รหัส	พีเอช	สี	รหัส	พีเอช	สี	รหัส	พีเอช
15 นาที		RHS 153C	7		RHS 153C	7		RHS 153C	7
30 นาที		RHS 153C	7		RHS 153C	7		RHS 153C	7
60 นาที		RHS 153C	7		RHS 153C	7		RHS 153C	7

#### 4.4.4 ผลการทดสอบการละลายน้ำของทรายแมว

จากการทดสอบการละลายน้ำของทรายแมวอัญชันและทรายแมวฝาง และนำมาเปรียบเทียบกับทรายแมวจากท้องตลาด พบว่า ทรายแมวอัญชันและทรายแมวฝางทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ เมื่อละลายน้ำทรายแมวจะแตกตัวออกจากกันได้อย่างรวดเร็วโดยมีลักษณะเป็นผงแป้งสีขาวขนาดเล็ก โดยทรายแมวอัญชันและทรายแมวฝางขนาดเล็กใช้ระยะเวลาในการละลายน้ำอยู่ที่ 1 นาที และทรายแมวอัญชันและทรายแมวฝางขนาดใหญ่ใช้ระยะเวลาในการละลายน้ำได้อยู่ที่ 2 นาที ซึ่งจะเห็นได้ว่าทรายแมวอัญชันและทรายแมวฝางขนาดเล็กมีความสามารถในการละลายน้ำได้ดีกว่าทรายแมวอัญชันและทรายแมวฝางขนาดใหญ่ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับทรายแมวจากท้องตลาด ซึ่งเมื่อละลายน้ำทรายจะแตกตัวออกจากกันค่อนข้างช้า โดยมีลักษณะเป็นตะกอนสีน้ำตาลขนาดเล็ก โดยใช้ระยะเวลาในการละลายน้ำอยู่ที่ 8 นาที ดังแสดงในตารางที่ 4.10 ซึ่งจะเห็นได้ว่าทรายแมวอัญชันและทรายแมวฝางทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ มีความสามารถในการละลายน้ำได้ดีกว่าทรายแมวจากท้องตลาด ทั้งนี้ทรายแมวทั้ง 3 ชนิด สามารถทิ้งลงในชักโครกได้ปลอดภัย เนื่องจากทำมาจากวัสดุจากธรรมชาติที่สามารถย่อยสลายได้ รวมถึงมีความสามารถในการละลายได้ดีไม่ก่อให้เกิดการอุดตัน

ตารางที่ 4.10 ผลการทดสอบลักษณะและระยะเวลาการละลายน้ำของทรายแมว

ตัวอย่างทรายแมว	ทรายแมว ก่อนละลายน้ำ	ทรายแมว หลังละลายน้ำ	ระยะเวลา (นาที)
ทรายแมวอัญชัน ขนาดเล็ก			1
ทรายแมวอัญชัน ขนาดใหญ่			2
ทรายแมวฝาง ขนาดเล็ก			1
ทรายแมวฝาง ขนาดใหญ่			2
ทรายแมวจาก ท้องถิ่น			8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.5 ผลการทดสอบคุณสมบัติอินดิเคเตอร์จากธรรมชาติของทรายแมว

การทดสอบการเปลี่ยนสีของทรายแมวแบ่งออกเป็น ทรายแมวขนาดเล็กและทรายแมวขนาดใหญ่จากสารสกัดดอกอัญชัน และทรายแมวขนาดเล็กและทรายแมวขนาดใหญ่จากสารสกัดแก่นฝาง โดยนำมาทดสอบ ดังขั้นตอนที่ 3.6.5 ซึ่งมีผลดังต่อไปนี้

##### 4.5.1 ผลการทดสอบคุณสมบัติอินดิเคเตอร์จากธรรมชาติของทรายแมวอัญชัน

จากการทดสอบคุณสมบัติอินดิเคเตอร์จากธรรมชาติของทรายแมวอัญชัน พบว่าทรายแมวจากสารสกัดดอกอัญชันเมื่อสัมผัสกับกรดจะเปลี่ยนเป็นสีชมพู แต่เมื่อสัมผัสกับด่างจะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง สอดคล้องกับการศึกษาของVina และคณะ (2019) พบว่าอัญชันจะเปลี่ยนสีจากน้ำเงินเป็นชมพูหรือแดงที่สภาวะเป็นกรด และจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองที่สภาวะเป็นด่าง มีผลดังต่อไปนี้

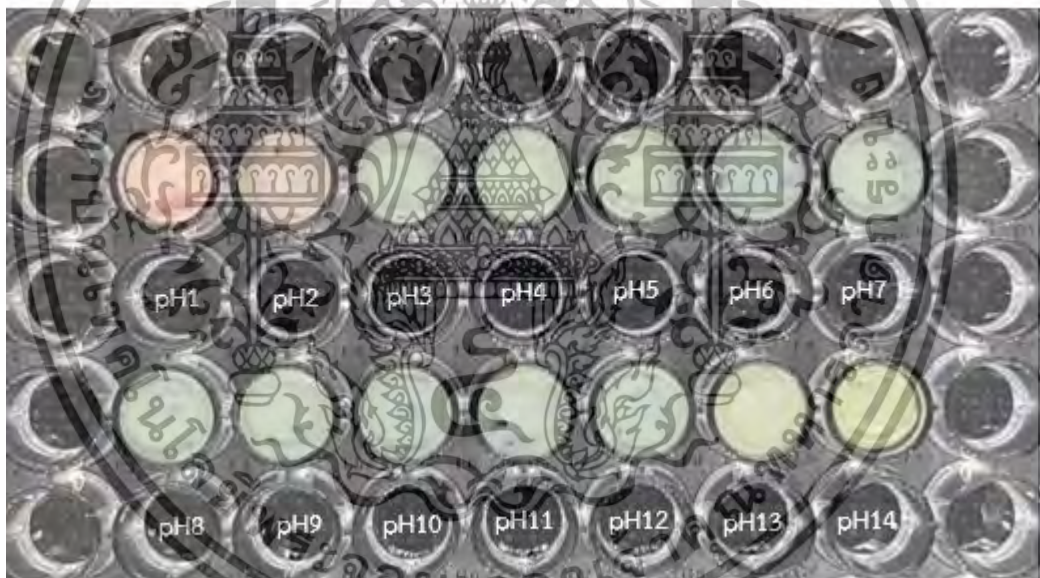
4.5.1.1 ผลการทดสอบคุณสมบัติอินดิเคเตอร์จากธรรมชาติของทรายแมวขนาดเล็กจากสารสกัดดอกอัญชันที่สกัดด้วยน้ำ ซึ่งจากผลการทดสอบจะเห็นได้ว่าในสภาวะที่เป็นกรดทรายแมวขนาดเล็กจะเริ่มเปลี่ยนสีที่ช่วงพีเอช 1-2 ในสภาวะที่เป็นด่างจะเริ่มเปลี่ยนสีที่ช่วงพีเอช 13-14 ดังแสดงรูปที่ 4.6

4.5.1.2 ผลการทดสอบคุณสมบัติอินดิเคเตอร์จากธรรมชาติของทรายแมวขนาดใหญ่จากสารสกัดดอกอัญชันที่สกัดด้วยเอทานอล ซึ่งจากผลการทดสอบจะเห็นได้ว่าในสภาวะที่เป็นกรดทรายแมวขนาดใหญ่จะเริ่มเปลี่ยนสีที่ช่วงพีเอช 1-2 ในสภาวะที่เป็นด่างจะเริ่มเปลี่ยนสีที่ช่วงพีเอช 13-14 ดังแสดงรูปที่ 4.7

ซึ่งทรายแมวทั้ง 2 ขนาดมีคุณสมบัติการเปลี่ยนสีของกรด-ด่างไม่แตกต่างกัน โดยจะเห็นได้ว่ามีเปลี่ยนสีที่สภาวะความเป็นกรด-ด่างที่ค่อนข้างสูง แต่ทรายแมวขนาดใหญ่จะมีสีที่สังเกตได้ชัดเจนมากกว่าทรายแมวขนาดเล็ก ดังแสดงในตารางที่ 4.11























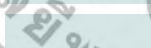


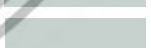

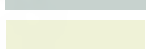
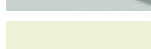
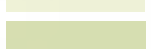
รูปที่ 4.6 การทดสอบการเปลี่ยนสีของทรายแอมวขนาดเล็กจากสารสกัดอัญชัน



รูปที่ 4.7 การทดสอบการเปลี่ยนสีของทรายแอมวขนาดใหญ่จากสารสกัดอัญชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 สี และรหัสสีของทรายแมวอัญชันในช่วงพีเอช 1-14 จาก RHS mini color chart

ตัวอย่าง ทราย	พีเอช	สีของ ทราย	รหัสสี	ตัวอย่าง ทราย	พีเอช	สีของ ทราย	รหัสสี
ทรายแมว ขนาดเล็ก	1		RHS 56A	1		RHS 38D	
	2		RHS 75D	2		RHS 69C	
	3		RHS 112C	3		RHS 190B	
	4		RHS 112C	4		RHS 190B	
	5		RHS 112C	5		RHS 190B	
	6		RHS 112C	6		RHS 190B	
	7		RHS 112C	7		RHS 190B	
	8		RHS 112C	8		RHS 190B	
	9		RHS 112C	9		RHS 190B	
	10		RHS 112C	10		RHS 190B	
	11		RHS 112C	11		RHS 190B	
	12		RHS 112C	12		RHS 190B	
	13		RHS 190B	13		RHS 149D	
	14		RHS 149D	14		RHS 145C	

#### 4.5.2 ผลการทดสอบคุณสมบัติอินดิเคเตอร์จากธรรมชาติของทรายแมวฝาง

จากการทดสอบคุณสมบัติอินดิเคเตอร์จากธรรมชาติของทรายแมวฝาง พบว่าทรายแมวฝาง สารสกัดแก่นฝางเมื่อสัมผัสกับกรดจะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง แต่เมื่อสัมผัสกับด่างจะเปลี่ยนเป็นสีแดง สอดคล้องกับงานวิจัยของวิแทน (2556) พบว่าฝางจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองที่สภาวะเป็นกรด และจะเปลี่ยนเป็นสีแดงที่สภาวะเป็นด่าง มีผลดังต่อไปนี้

4.5.2.1 ผลการทดสอบคุณสมบัติอินดิเคเตอร์จากธรรมชาติของทรายแมวขนาดเล็กจาก สารสกัดแก่นฝางที่สกัดด้วยน้ำ ซึ่งจากผลการทดสอบจะเห็นได้ว่าในสภาวะที่เป็นกรดทรายแมวขนาดเล็กจะเริ่มเปลี่ยนสีที่ช่วงพีเอช 1-2 ในสภาวะที่เป็นด่างทรายแมวขนาดเล็กจะเริ่มเปลี่ยนสีที่ช่วงพีเอช 13-14 ดังแสดงรูปที่ 4.8

4.5.2.2 ผลการทดสอบคุณสมบัติอินดิเคเตอร์จากธรรมชาติของทรายแมวขนาดใหญ่จาก สารสกัดแก่นฝางที่สกัดด้วยเอทานอล และทรายแมวขนาดใหญ่ในสภาวะที่เป็นกรดจะเริ่มเปลี่ยนสีที่ช่วงพีเอช 1-3 ในสภาวะที่เป็นด่างจะเริ่มเปลี่ยนสีที่ช่วงพีเอช 11-14 ดังแสดงรูปที่ 4.8 โดยทรายแมวขนาดใหญ่มีความไวต่อการเปลี่ยนสีที่ดีกว่าทรายแมวขนาดเล็กและมีสีที่สังเกตได้ชัดเจนมากกว่า ดังแสดงในตารางที่ 4.12

































รูปที่ 4.8 การทดสอบการเปลี่ยนสีของทรายแอมวขนาดเล็กจากสารสกัดแก่นฝาง



รูปที่ 4.9 การทดสอบการเปลี่ยนสีของทรายแอมวขนาดใหญ่จากสารสกัดแก่นฝาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

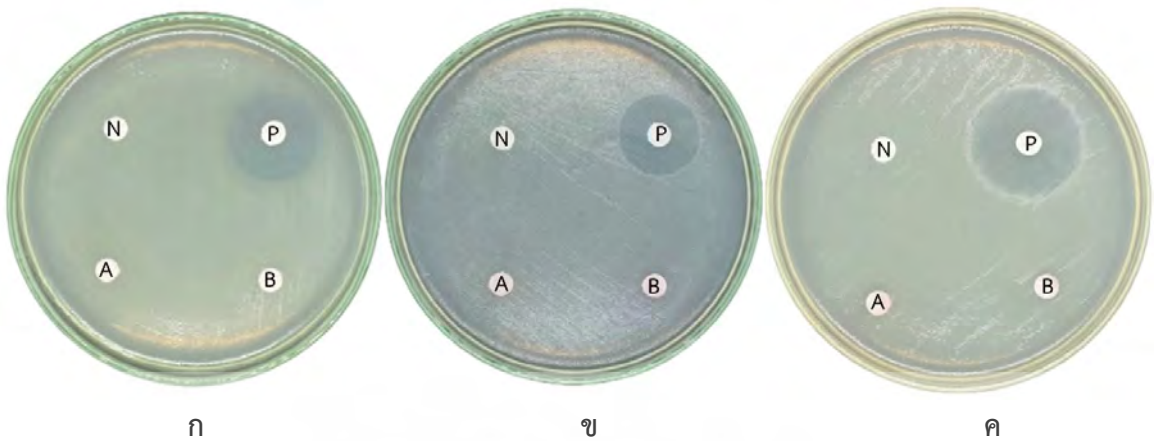
ตารางที่ 4.12 สี และรหัสสีของทรายแมวฝางในช่วงพีเอช 1-14 จาก RHS mini color chart

ตัวอย่าง ทราย	พีเอช	สีของ ทราย	รหัสสี	ตัวอย่าง ทราย	พีเอช	สีของ ทราย	รหัสสี
ทรายแมว ขนาดเล็ก	1		RSH 7D	1		RSH 14A	
	2		RSH 14A	2		RSH 21B	
	3		RSH 26D	3		RSH 23A	
	4		RSH 26D	4		RSH 28B	
	5		RSH 26D	5		RSH 28B	
	6		RSH 26D	6		RSH 28B	
	7		RSH 26D	7		RSH 28B	
	8		RSH 26D	8		RSH 28B	
	9		RSH 26D	9		RSH 28B	
	10		RSH 26D	10		RSH 28B	
	11		RSH 26D	11		RSH 28A	
	12		RSH 26D	12		RSH 32A	
	13		RSH 29D	13		RSH 41B	
	14		RSH 31A	14		RSH 41A	

ซึ่งจากผลการทดสอบทรายแอมวของสารสกัดทั้งดอกอัญชันและแก่นฝางจะเห็นได้ว่าทรายแอมวขนาดเล็กจากสารสกัดที่สกัดด้วยน้ำ และขนาดใหญ่จากสารสกัดที่สกัดด้วยเอทานอลนั้นมีคุณสมบัติการเป็นอินดิเคเตอร์จากธรรมชาติ โดยที่ทรายแอมวจากสารสกัดแก่นฝางที่สกัดด้วยเอทานอลมีความไวต่อการเปลี่ยนสีของทรายได้ดีที่สุด เมื่อพิจารณาจากผลการทดสอบ จะเห็นได้ว่าทรายแอมวจากสารสกัดแก่นฝางที่สกัดด้วยน้ำและเอทานอล มีความไวต่อการเปลี่ยนสีของทรายที่ดีกว่าทรายแอมวจากสารสกัดดอกอัญชันที่สกัดด้วยน้ำและเอทานอล ดังนั้นสารสกัดแก่นฝางที่สกัดด้วยน้ำและเอทานอลจึงมีความเหมาะสมในการนำมาผลิตเป็นทรายแอมวตรวจสอบสุขภาพ โดยผลิตทรายแอมวตรวจสอบสุขภาพในปริมาณเพิ่มมากขึ้น แล้วนำเม็ดทรายไปทดสอบการฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรีย รวมถึงการนำไปใช้งานกับสัตว์เลี้ยง

#### 4.6 ผลการทดสอบฤทธิ์การยับยั้งแบคทีเรียของทรายแอมวตรวจสอบสุขภาพ

จากการทดสอบฤทธิ์การยับยั้งแบคทีเรียของทรายแอมวตรวจสอบสุขภาพ โดยแบ่งเป็น ทรายแอมวขนาดเล็กที่ใช้สารสกัดแก่นฝางที่สกัดด้วยน้ำความเข้มข้นร้อยละ 100 (w/v) และทรายแอมวขนาดใหญ่ที่ใช้สารสกัดแก่นฝางที่สกัดด้วยเอทานอลความเข้มข้น 5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งทรายทั้งสองขนาดจะแบ่งเป็นทรายแอมวที่ผสมกลิ่นราสเบอร์รี่และทรายแอมวที่ไม่ผสมกลิ่นราสเบอร์รี่ พบว่าทรายแอมวขนาดเล็กทั้งที่ไม่ผสมกลิ่นและผสมกลิ่น ไม่มีฤทธิ์การยับยั้งแบคทีเรียทั้ง 3 ชนิด เนื่องจากไม่มีบริเวณการยับยั้งแบคทีเรีย ดังแสดงรูปที่ 4.10 แต่ทรายแอมวขนาดใหญ่ที่ไม่ผสมกลิ่นและผสมกลิ่น ยังคงมีฤทธิ์ในการยับยั้งแบคทีเรียได้โดยมีบริเวณการยับยั้งแบคทีเรียเพียงชนิดเดียว คือ *S. aureus* ดังแสดงรูปที่ 4.11 โดยบริเวณการยับยั้งแบคทีเรียเท่ากับ 12.90 และ 12.78 มิลลิเมตร ตามลำดับ ซึ่งมีบริเวณการยับยั้งที่ไม่แตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 4.13 โดยจะเห็นได้ว่ามีบริเวณการยับยั้งแบคทีเรียที่ลดลง เมื่อเทียบกับผลการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียของสารสกัดแก่นฝาง ดังแสดงในตารางที่ 4.4



รูปที่ 4.10 ผลการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย (ก) *Escherichia coli* (ข) *Pseudomonas aeruginosa* (ค) *Staphylococcus aureus* ของทรายแมวขนาดเล็ก โดยตัวอักษร P คือ ตัวควบคุมเชิงบวก (เจนตามัยซิน) และ N คือ ตัวควบคุมเชิงลบ (น้ำกลั่นปลอดเชื้อ) A คือ ทรายแมวขนาดเล็กที่ไม่ผสมกลิน และ B คือ ทรายแมวขนาดเล็กที่ผสมกลิน



รูปที่ 4.11 ผลการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย (ก) *Escherichia coli* (ข) *Pseudomonas aeruginosa* (ค) *Staphylococcus aureus* ของทรายแมวขนาดใหญ่ โดยตัวอักษร P คือ ตัวควบคุมเชิงบวก (เจนตามัยซิน) และ N คือ ตัวควบคุมเชิงลบ (น้ำกลั่นปลอดเชื้อ) A คือ ทรายแมวขนาดใหญ่ที่ไม่ผสมกลิน และ B คือ ทรายแมวขนาดใหญ่ที่ผสมกลิน

ตารางที่ 4.13 ผลการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *E. coli*, *P. aeruginosa* และ *S. aureus* ของทรายแมว  
ตรวจสอบสุขภาพ

ตัวอย่าง ทรายแมว	กลิ่น	บริเวณยับยั้ง (มิลลิเมตร)		
		<i>E. coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>S. aureus</i>
ขนาดเล็ก	ไม่ผสม	0.00	0.00	0.00
	ผสม	0.00	0.00	0.00
ขนาดใหญ่	ไม่ผสม	0.00	0.00	12.90
	ผสม	0.00	0.00	12.78
ตัวควบคุมเชิงบวก	เจนตามัยซิน	23.87	20.32	28.51

#### 4.7 ผลการทดสอบทรายในสัตว์เลี้ยง

จากการทดสอบทรายในสัตว์เลี้ยง โดยทดสอบกับสัตว์เลี้ยง 2 ตัว เป็นเวลา 1 สัปดาห์ พบว่า ทรายแมวสามารถใช้งานได้จริง ดังแสดงในรูปภาพภาคผนวกที่ ข-1 มีการดูดซับปัสสาวะได้ รวมถึง การจับตัวเป็นก้อนของทรายที่สามารถตักทิ้งได้ง่าย ดังแสดงในตารางภาคผนวกที่ ข-2 มีการดูดซับ กลิ่นที่ดี และทรายไม่เกิดการเปลี่ยนสี เนื่องจากสัตว์เลี้ยงที่ใช้ในการทดสอบมีสุขภาพดี แต่ทรายยังมึ การเกิดฝุ่นเมื่อเทลงในกระบะทราย ซึ่งเกิดจากการที่เม็ดทรายแตกหักของทราย เนื่องจากวัสดุที่ใช้ ในการทำมีเพียงมันสำปะหลังเพียงอย่างเดียว ไม่มีส่วนผสมที่ช่วยในการทำให้เม็ดทรายจับตัวกันแน่น จึงทำให้เม็ดทรายเสียดสีกันและก่อให้เกิดฝุ่นขึ้นมา

## บทที่ 5

# สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

### 5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการทดลองการผลิตทรายแมวโดยใช้มันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบหลักในการแปรรูปร่วมกับสารสกัดจากดอกอัญชันและแก่นฝางที่สกัดด้วยน้ำ ที่ความเข้มข้นร้อยละ 25, 50 และ 100 (w/v) และที่สกัดด้วยเอทานอล ที่ความเข้มข้น 1, 3 และ 5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร นำมาทดสอบฤทธิ์การยับยั้งแบคทีเรีย *E. coli*, *P. aeruginosa* และ *S. aureus* ด้วยวิธี Paper disc diffusion พบว่า สารสกัดดอกอัญชันที่สกัดด้วยน้ำและเอทานอลนั้นไม่มีฤทธิ์การยับยั้งแบคทีเรีย และสารสกัดจากแก่นฝางที่สกัดด้วยน้ำและเอทานอลนั้นมีฤทธิ์การยับยั้งแบคทีเรียเพียงชนิดเดียว คือ *S. aureus* โดยสารสกัดจากแก่นฝางที่สกัดด้วยน้ำมีฤทธิ์การยับยั้งแบคทีเรียได้เพียงความเข้มข้นเดียว คือ ความเข้มข้นร้อยละ 100 (w/v) มีบริเวณยับยั้งเท่ากับ 10.92 มิลลิเมตร และสารสกัดจากแก่นฝางที่สกัดด้วยเอทานอล ที่ความเข้มข้น 1, 3 และ 5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ทุกความเข้มข้นมีฤทธิ์การยับยั้งแบคทีเรียโดยที่ความเข้มข้น 5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ยับยั้งได้มากที่สุดมีบริเวณยับยั้งเท่ากับ 29.13 มิลลิเมตร จากนั้นนำสารสกัดจากดอกอัญชันและแก่นฝางโดยเลือกที่ความเข้มข้นร้อยละ 100 (w/v) ผลิตเป็นทรายแมวขนาดเล็ก และ 5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ผลิตเป็นทรายแมวขนาดใหญ่ ซึ่งทรายแมวขนาดเล็กจะมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1-2 มิลลิเมตร และทรายแมวขนาดใหญ่จะมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร จากนั้นนำมาทดสอบทางกายภาพ พบว่าทรายแมวที่ผลิตจากสารสกัดฝางและอัญชัน มีประสิทธิภาพที่ไม่แตกต่างกันโดยมีค่าการดูดซับน้ำเท่ากับ 4.59 และ 4.57 ตามลำดับ มีค่าการจับตัวเป็นก้อนเท่ากับร้อยละ 78.22 และ 78.15 และมีความสามารถดูดซับกลิ่นได้ดี จากนั้นนำมาทดสอบคุณสมบัติการเป็นอินดิเคเตอร์จากธรรมชาติของทรายแมว (กรด-ด่าง) พบว่าทรายแมวฝางจากสารสกัดมีคุณสมบัติเป็นอินดิเคเตอร์จากธรรมชาติได้ดีกว่าทรายแมวจากสารสกัดดอกอัญชัน โดยทรายแมวขนาดเล็ก ในสภาวะเป็นกรดและด่างจะเปลี่ยนสีที่พีเอช 1-2 และ 11-14 ตามลำดับ ทรายแมวขนาดใหญ่ในสภาวะเป็นกรดและด่างจะเปลี่ยนสีที่พีเอช 1-3 และ 13-14 ตามลำดับ ในการทดลองนี้จึงเลือกมันสำปะหลังซึ่งเป็นวัตถุดิบหลัก และสารสกัดแก่นฝางมาผลิตเป็นทรายแมวตรวจสอบคุณภาพ อีกทั้งเมื่อนำมาทดสอบฤทธิ์ในการยับยั้งแบคทีเรีย พบว่ายังสามารถยับยั้งแบคทีเรีย *S. aureus* ได้มีบริเวณยับยั้งเท่ากับ 12.90 มิลลิเมตร ซึ่งมีค่าลดลงแต่ยังมีฤทธิ์ในการยับยั้งแบคทีเรียได้ดี จึงสรุปได้ว่าการนำมันสำปะหลังมาแปรรูปร่วมกับสารสกัดแก่นฝาง มีความเหมาะสมในการนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ทรายแมวตรวจสอบคุณภาพ ที่มีประสิทธิภาพในการดูดซับน้ำ จับตัวเป็นก้อน ดูดซับกลิ่น และมีประสิทธิภาพการละลายได้ดี สามารถทิ้งลงชักโครกได้อย่างปลอดภัยไม่ก่อให้เกิดการอุดตัน อีกทั้งสามารถบ่งบอกสุขภาพของแมวจากปัสสาวะแมวที่มีความผิดปกติด้วยคุณสมบัติการเป็นอินดิเคเตอร์จากธรรมชาติของทรายแมวได้ รวมถึงสามารถย่อยสลายได้ทางธรรมชาติและปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการทดลองการผลิตทรายแอมวตรวจสุภาพควรมีการพัฒนาให้สามารถบ่งบอกความผิดปกติของปัสสาวะแอมวที่มีความไวในการเปลี่ยนสีได้มากขึ้น เนื่องจากปัสสาวะแอมวปกติจะมีค่า pH อยู่ในช่วง 5-8 จึงควรพัฒนาให้สามารถบ่งบอกความผิดปกติในสภาวะกรดและด่างได้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจสุขภาพของแอมวได้ดียิ่งขึ้น และฝางควรมีการนำมาพัฒนาต่อเพื่อให้ทรายแอมวตรวจสุภาพมีความไวต่อการเปลี่ยนสีได้มากขึ้น ควรมีการนำส่วนผสมที่ช่วยให้ทรายแอมวไม่ก่อให้เกิดฝุ่นเช่น กัวร์กัม มาใช้ในการผลิตทรายแอมว และกลี้นที่นำมาใช้ในการผสมในทรายแอมวสามารถใช้กลี้นชนิดอื่นที่ไม่ส่งผลอันตรายต่อแอมวได้ เนื่องจากกลี้นเป็นปัจจัยภายนอกที่ขึ้นอยู่กับความต้องการและความสนใจของผู้เลี้ยงแอมว และจากการศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดอัญชัญและฝาง พบว่ายังมีฤทธิ์ทางชีวภาพที่น่าศึกษาต่อ เช่น ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์การยับยั้งเชื้อรา อีกทั้งยังมีประโยชน์ที่สามารถนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ได้ เช่น เครื่องสำอาง ยารักษาโรค เครื่องดื่ม และสีย้อมผ้า เป็นต้น



## เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2561. มันสำปะหลังและผลิตภัณฑ์. [Online]. เข้าถึงได้จาก <http://siweb1.dss.go.th/repack/fulltext/IR44.pdf>.
- คลังข้อมูลการวิจัยการเกษตรไทย. 2567. ต้นฟาง พืชที่อยู่ในวงศ์ถั่ว. [Online]. เข้าถึงได้จาก <http://blog.arda.or.th/>.
- จารวี สุขประเสริฐ และสุบงกช ทรัพย์แดง. 2555. การศึกษาผลของตัวทำละลายในการสกัดสมุนไพร ที่มีผลต่อการยับยั้งแบคทีเรีย. วารสารผลงานวิชาการกรมวิทยาศาสตร์บริการ. 1: 99-100.
- เฉลิมพร ทองพูน และ ปิยะวัฒน์ ไกสร. 2558. การใช้สารสกัดจากดอกอัญชันเป็นอินดิเคเตอร์ในการไทเทรตกรด-เบส. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยพิบูลสงคราม.
- ชมนาด เกิดคง. 2566. ดอกไม้พื้นบ้านต้านจุลินทรีย์. [Online]. เข้าถึงได้จาก <http://clgc.agri.kps.ku.ac.th/research/poster/kps63/kukps2563-14.pdf>.
- ชาคริต และคณะ. 2017. ดอกอัญชันสมุนไพรสีน้ำเงิน ประโยชน์หลากหลายปลูกง่ายโตไว. [Online]. เข้าถึงได้จาก <https://hd.co.th/blue-herbs-butterfly-pea-benefit>
- ฐานข้อมูลส่งเสริมและยกระดับคุณภาพสินค้า OTOP. 2023. มันสำปะหลังและผลิตภัณฑ์. [Online]. เข้าถึงได้จาก <http://otop.dss.go.th/index.php/en/knowledge/informationrepack/339-tapioca-and-products?showall=1&limitstart=>.
- ดรุณี พวงบุตร. 2560. พืชไร่เศรษฐกิจ. คณะเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี. [Online]. เข้าถึงได้จาก <https://portal5.udru.ac.th/ebook/pdf/upload/19.866D6a512fC3DtWqi.Pdf>
- นันทนา สำเภา. 2563. สมบัติการดูดซับน้ำของแป้ง. [Online]. เข้าถึงได้จาก <http://www.nanabio.com/image%20web2/nana%20story/starch/starch05.html>
- นิตารัตน์ เขตุใจ, ชาญณรงค์ อัสวเทศานุกภาพ และ มาลี สันติคุณาภรณ์. 2562. การพัฒนาวัสดุดูดซับของเสียแอมวจากกากมันสำปะหลัง. คณะวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- บ้านและสวน. 2566. ทำอย่างไรไม่ให้ลูกรักสัตว์เลี้ยงเคียด เมื่อต้องพาน้องหมาน้องแมวไปหาหมอ. [Online]. เข้าถึงได้จาก <https://www.baanlaesuan.com/300091/pets/royal-canin>.
- เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประทีป อุปแก้ว. 2562. การปลูกพืชสลับเพื่อมูลค่าในแปลงมันสำปะหลัง. คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว.

พิมพ์กัศ ทวีวงษ์ , จิรารัตน์ อนันตกุล. 2565. ผลของการอบแห้งต่อปริมาณไซยาไนด์ในมันสำปะหลัง สาขาวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พรปวีณ์ ธนรัตน์สุทธิกุล. 2023. โรคผิวหนังที่พบบ่อยในสัตว์เลี้ยง. [Online]. เข้าถึงได้จาก <https://www.hospital.co.th/content/3882/pets-dermatitis-skin-disease>.

มูลนิธิพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย. 2566. [Online]. เข้าถึงได้จาก <https://tapiocathai.org/D.html>.

มนต์ชนก เต็มภาชนะ. 2558. การศึกษาลักษณะของ *Escherichia coli* O157 และ uropathogenic *Escherichia coli* ที่แยกได้จากสิ่งส่งตรวจของผู้ป่วย. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชา จุลชีววิทยา. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

รุ่งทิพย์ กวารี. 2559. การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของฝาง. คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

โรงพยาบาลรามธิบดี. 2561. โรคติดเชื้อที่พบบ่อยจากสัตว์เลี้ยง. [Online]. เข้าถึงได้จาก [https://www.rama.mahidol.ac.th/rama\\_hospital/th/services/knowledge/01032020-1451](https://www.rama.mahidol.ac.th/rama_hospital/th/services/knowledge/01032020-1451).

โรงพยาบาลสัตว์ทองหล่อ. 2565. ทำความรู้จักชนิดทรายแมวสำหรับทาสมือใหม่. [Online]. เข้าถึงได้จาก <https://thonglorpet.com/petdiary/>.

วัชรพงษ์. 2561. ทำไมฉี่แมวถึงกลิ่นแรงขนาดนั้น. [Online]. เข้าถึงได้จาก <https://catnip-hotel.com/2018/05/25/why-cat-pee-smell/>.

วิแทน ปากพรหมมา 2556. การศึกษาสมบัติความเป็นอินดิเคเตอร์ธรรมชาติของแก่นฝางและดอกหมามุ่ย สำหรับการไทเทรตกรด-เบส. สาขาวิชาเคมีศึกษา มหาวิทยาลัยบูรพา.

ศุภจิตรา ชัชวาลย์ และกนกวรรณ. 2562. เสรีภาพการทดลอง เรื่องสีสันแห่งธรรมชาติ. [Online]. เข้าถึงได้จาก [https://www.enjoy-science.org/wp-content/uploads/2017/10/TCU\\_Book\\_2.pdf](https://www.enjoy-science.org/wp-content/uploads/2017/10/TCU_Book_2.pdf).

สุดารัตน์ หอมหวล. 2553. อัญชัน. [Online]. เข้าถึงได้จาก <https://apps.phar.ubu.ac.th/phargarden/main.php?action=viewpage&pid=139>.

สุทธิณี สีสังข์. 2563. คุณสมบัติของแป้งที่มีผลต่อการแปรรูปผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ. [Online]. เข้าถึงได้จาก [www4.fisheries.go.th/local/file\\_document/20200722153849\\_1\\_file.pdf](http://www4.fisheries.go.th/local/file_document/20200722153849_1_file.pdf).

อรุษา เขาวนลิขิต. 2554. การสกัดและวิธีการวิเคราะห์แอนโทไซยานิน. (EXTRACTION AND ANALYSIS OF ANTHOCYANIN). วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 3: 26–36.

Ackman, R.L. and Smith, J.L. 1996. Anthocyanins and Betalains. Natural Food Colorants. pp 244–309

Amalia, V., Sukmawardani, Y., Nurramdani, S.F. and Supriadin, A. 2019. Use of Butterfly Pea (*Clitoria ternatea*) Extract as an Indicator in Acid Base Titration. In Proceedings of the 1st International Conference on Islam, Science and Technology, Iconistech. Bandung, Indonesia.

Amprohealth Editorial Contributor. 2017. แอนโทไซยานิน (Anthocyanin) สารสีน้ำเงินเพื่อสุขภาพ. [Online]. เข้าถึงได้จาก <https://amprohealth.com/nutrition/anthocyanin>.

Brianna, B. 2022. What is health-monitoring cat litter, and how does it help detect when your cat is sick?. [Online]. <https://cen.acs.org/business/consumer-products/health-monitoring-cat-litter/100/i24>

Jom. 2016. พืชผักสมุนไพรอัญชัน : Butterfly Pea. [Online]. เข้าถึงได้จาก <https://www.thai-thaifood.com/th>.

Medthai. 2020. ฟาง สรรพคุณและประโยชน์ของต้นฟาง 49 ข้อ (แก่นฟางเสน). [Online]. เข้าถึงได้จาก <https://medthai.com>.

Petwellcare. 2023. ค่า pH ในปัสสาวะแมวสำคัญไหม. [Online]. เข้าถึงได้จาก <http://www.petwellcare.co.th/article/19/%E0%B8%84%E0%B9%88%E0%B8%B2-ph->.

Puechkaset. 2015. ฟาง สรรพคุณ และประโยชน์. [Online]. เข้าถึงได้จาก <https://puechkaset.com/%E0%B8%9D%E0%B8%B2%E0%B8%87/>.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Purina. 2023. ปัญหาาระบบทางเดินปัสสาวะในแมว. [Online]. เข้าถึงได้จาก <https://www.purina.co.th/articles/cats/health/digestion/urinary-tract-health>.
- Royal canin. 2018. ปัญหากระเพาะปัสสาวะในแมว. [Online]. เข้าถึงได้จาก <https://www.royalcanin.com/th/cats/health-and-wellbeing/bladder-problems-in-cats>.
- Petsayhai. 2023. โรคกระเพาะปัสสาวะอักเสบเกิดจากอะไรได้บ้าง. [Online]. เข้าถึงได้จาก <https://petsayhai.com>.
- Saikeaw, N., Rungsardthong, V., Pornwongthong, P., Vatanyoopaisarn, S., Thumthanaruk, B., Pattharaprachayakul, N., Wongsas, J., Mussatto, S. and Uttapap, D. 2021. Preparation and properties of biodegradable cat litter produced from cassava (*Manihot esculenta* L. Crantz) trunk In Research, Invention, and Innovation Congress. Bangkok, Thailand.
- Suraf. 2023. *Pseudomonas aeruginosa* – ถิ่นที่อยู่ การวินิจฉัย การเกิดโรค การรักษา [Online]. เข้าถึงได้จาก <https://microbiologynote.com/th/>.
- Sunwonde. 2019. ทราชมแมวต้องเปลี่ยนบ่อยแค่ไหน? ทำความสะอาดอย่างไร?. [Online]. เข้าถึงได้จาก <https://sunwonderthailand.com/toilet/toilet-%C2%B7-%E0%B8%97>
- Thai Herb Article. 2024. สมุนไพร และประโยชน์. [Online]. เข้าถึงได้จาก [https://www.longlifhealthy.com/samoonprithai/herb\\_blog\\_data4.php?id=19](https://www.longlifhealthy.com/samoonprithai/herb_blog_data4.php?id=19).
- Vaughn, S.F., Winkler-Moser, J.K., Berhow, M.A., Byars, J.A., Liu, S.X., Jackson, M.A., Peterson, S.C. and Eller, F.J. 2020. An odor-reducing, low dust-forming, clumping cat litter produced from Eastern red cedar (*Juniperus virginiana* L.) wood fibers and biochar. *Industrial crops and products*. 147: 112224.
- Vaughn, S.F., Liu, S.X., Berhow, M.A., Winkler-Moser, J.K., Peterson, S.C., Selling, G.W., Hay, W.T., Jackson, M.A. and Skory, C.D. 2023. Production of an odor-reducing, low-dust, clumping cat litter from soybean hulls and soybean hull biochar. *Bioresource technology reports*. 21: 101317.

Wag. 2018. Staph Infection in Cats. [Online]. เข้าถึงได้จาก <https://wagwalking.com/cat/condition/staph-infection>.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ก

### การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อและสารเคมี

#### 1. การเตรียมอาหาร Mueller Hinton agar (MHA)

เตรียมอาหารปริมาณ 1,000 มิลลิลิตร โดยชั่งอาหาร Mueller Hinton agar 37 กรัมและผงวุ้น 18 กรัม เติมน้ำกลั่นปริมาณ 1,000 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันแล้วนำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

#### 2. การเตรียมอาหาร Mueller Hinton Broth (MHB)

เตรียมอาหารปริมาณ 80 มิลลิลิตร โดยชั่งอาหาร Mueller Hinton Broth 1.68 กรัม และเติมน้ำกลั่นปริมาณ 80 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน แบ่งใส่หลอดทดลองหลอดละ 5 มิลลิลิตร แล้วนำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

#### 3. การเตรียมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric acid)

การเตรียมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) 0.1 โมลาร์ เตรียมในปริมาณ 100 มิลลิลิตร โดยเติมน้ำกลั่นลงในปิเปตเจอร์ ปิเปตจากกรด HCl 37% 0.83 มิลลิลิตร จากนั้นปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น

#### 4. การเตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide)

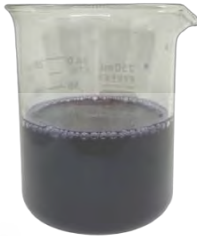

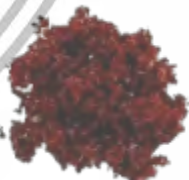
การเตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 0.1 โมลาร์ เตรียมในปริมาณ 100 มิลลิลิตร โดยชั่ง NaOH 0.4 กรัม ใส่ลงในปิเปตเจอร์จากนั้นเติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร ละลายผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน

#### 5. การเตรียมยาปฏิชีวนะเจนตามัยซิน (Gentamicin)

การเตรียมยาปฏิชีวนะเจนตามัยซิน เตรียมที่ความเข้มข้น 10 ไมโครกรัมต่อดิสก์ ในปริมาณ 1,000 ไมโครลิตร โดยปิเปตยาปฏิชีวนะเจนตามัยซิน 25 มิลลิลิตร นำมาละลายด้วยน้ำกลั่นปลอดเชื้อในปริมาณ 975 ไมโครลิตร

## ภาคผนวก ข

ตารางภาคผนวกที่ ข-1 ลักษณะของสารสกัดดอกอัญชัน และแก่นฝาง

ตัวอย่างพืช	ตัวทำละลาย	ลักษณะสารสกัด
ดอกอัญชัน	น้ำ	
แก่นฝาง	เอทานอล	
	เอทานอล	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ ข-2 การทดสอบทรายแมวในสัตว์เลี้ยง

รูปแมว	ประวัติ	ลักษณะทรายหลังการใช้งาน
	<p>ชื่อ : เต้าฮวย            เพศ : เมีย            อายุ : 1 ปี 1 เดือน</p>	
	<p>ชื่อ : ลีโอ            เพศ : ผู้            อายุ : 2 ปี 4 เดือน</p>	
		

รูปภาคผนวกที่ ข-1 การทดสอบทรายแมวในสัตว์เลี้ยง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



งานทะเบียนคณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คำรับรองเล่มโครงการพิเศษ/ปัญหาพิเศษ/สหกิจศึกษา

วันที่ 30 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2567

ข้าพเจ้า นาย/นาง/นางสาว กุฑาโตน น้อยถัด รหัสประจำตัว 63050377

นาย/นาง/นางสาว นิษณ เจริญศรี รหัสประจำตัว 63050406

นาย/นาง/นางสาว - รหัสประจำตัว -

นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ภาควิชา วิศวกรรม

ขอรับรองว่าโครงการพิเศษ/ปัญหาพิเศษ/สหกิจศึกษา เรื่อง

ชื่อภาษาไทย การพัฒนาทรายแมวตรวจสุขภาพจากแป้งมันสำปะหลัง และสารสกัดจากแก่นฝาง

ชื่อภาษาอังกฤษ DEVELOPMENT OF HEALTH-CHECK CAT LITTER FROM CASSAVA STRACH AND SAPPAN WOOD EXTRACTS

ปีการศึกษา 2566

เป็นผลงานวิจัยที่มีได้คัดลอกหรือละเมิดลิขสิทธิ์ของผู้อื่นและได้ผ่านการตรวจสอบความซ้ำซ้อนเรียบร้อยแล้ว และได้แนบเอกสารการตรวจสอบการลอกเลียนงานวรรณกรรมที่ตรวจสอบจากเล่มโครงการพิเศษ/ปัญหาพิเศษ/สหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์แล้ว

โปรแกรมอักขราวิสุทธิ์ 2.60 % หรือโปรแกรม Turnitin - %

ลงชื่อ กุฑาโตน ลงชื่อ นิษณ ลงชื่อ -

( กุฑาโตน น้อยถัด )

( นิษณ เจริญศรี )

( )

นักศึกษา

นักศึกษา

นักศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้าพเจ้า ศ. / รศ. / (ผศ. / ดร.) / อ. ณัฐพร รุ่งสนทนา อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการพิเศษ/ปัญหาพิเศษ/สหกิจศึกษา ได้ตรวจสอบโครงการพิเศษ/ปัญหาพิเศษ/สหกิจศึกษาของนักศึกษาข้างต้น แล้ว ขอรับรองว่าเป็นผลงานวิจัยของนักศึกษาจริงและมีเนื้อหาสมบูรณ์ จึงลงชื่อไว้เป็นหลักฐาน

ลงชื่อ ณัฐพร รุ่งสนทนา ลงชื่อ..... ลงชื่อ.....

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้