

การพัฒนาประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อราด้วยสารสกัดจากมอสส์และใบมะรุมร่วมกับกากกาแฟ เพื่อการปรับปรุงคุณภาพดินอย่างยั่งยืน

Enhancement of Antifungal Efficiency Using Moss and Moringa Leaf Extracts Combined with Spent Coffee Grounds for Sustainable Soil Improvement

ลัดดาวรรณ แก้วพวง¹, กิตติกร เชื้อชะเอม¹, กนกพร ปั่นกิ่ง¹, พิมพิไล ราชเนย์¹, ศุภิสรา สอาดศรี¹, และเทอดเกียรติ แก้วพวง^{2,3,*}
Laddawan Kaewpuang¹, Kittikorn Chuecha-em¹, Kanokporn Panking¹, Pimwilai Ratchaney¹, Suphisara Sa-ardsri¹
and Teadkait Kaewpuang^{2,3,*}

¹โรงเรียนเขาคณรรจ์วิทยาคม, สระแก้ว, 27000, ประเทศไทย

²สถาบันวิจัยและพัฒนา, มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์, ปทุมธานี, 13180, ประเทศไทย

³คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์, ปทุมธานี, 13180, ประเทศไทย

¹Khao Chakanritthayakhom School, Sa Kaeo, 27000, Thailand

²Research and Development Institute, Valaya Alongkorn Rajabhat University under The Royal Patronage,
Pathum Thani, 13180, Thailand

³Faculty of Industrial Technology, Valaya Alongkorn Rajabhat University under The Royal Patronage,
Pathum Thani, 13180, Thailand

*Corresponding Author E-mail: teadkait@vru.ac.th

รับบทความ (Received) : May 07, 2026 /ปรับปรุงแก้ไข (Revised) : June 21, 2026 /ตอบรับบทความ (Accepted) : June 26, 2026

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของมอสส์ ใบมะรุม และกากกาแฟ รวมถึงศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากธรรมชาติในการยับยั้งเชื้อราและส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช เพื่อนำไปพัฒนาเป็นดินชีวภัณฑ์สำหรับการเกษตรอย่างยั่งยืน ผลการศึกษาพบว่า มอสส์ ใบมะรุม และกากกาแฟ มีค่า pH อยู่ในช่วง 5.94–6.07 ซึ่งจัดอยู่ในสภาพกรดอ่อนและเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช การสกัดมอสส์ด้วยเอทานอลให้สารละลายสีเหลืองใสและให้ปริมาณสารสำคัญมากกว่าการกลั่นแบบธรรมดา ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเบื้องต้นด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟีแบบกระดาษ (Thin Layer Chromatography; TLC) พบแถบและจุดสีหลายตำแหน่ง แสดงถึงการมีสารประกอบหลายชนิดในสารสกัด ขณะที่การวิเคราะห์ด้วยเทคนิค UV-Visible spectroscopy พบค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดที่ประมาณ 500 นาโนเมตร ซึ่งอาจสัมพันธ์กับสารกลุ่มฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์ และรงควัตถุธรรมชาติ ผลการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเชื้อรา พบว่า สารสกัดจากมอสส์และใบมะรุมสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้โดยเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารสกัดจาก 5 เป็น 10 mg/L เส้นผ่านศูนย์กลางการเจริญของเชื้อราลดลงอย่างชัดเจน และสารสกัดใบมะรุมมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อราดีกว่าสารสกัดจากมอสส์เล็กน้อย นอกจากนี้ การศึกษาการเจริญเติบโตของพืชพบว่า ดินชีวภัณฑ์สูตร 2 สามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชได้ดีที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับดินธรรมดาและดินชีวภัณฑ์สูตร 1 ผลการประเมินความพึงพอใจจากนักเรียนจำนวน 178 คน พบว่าผลิตภัณฑ์ได้รับคะแนนเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (4.65) โดยเฉพาะ

ด้านการใช้วัสดุเหลือใช้ให้เกิดประโยชน์และการส่งเสริมการปลูกพืชปลอดสารพิษ ดังนั้น สารสกัดจากมอสส์และวัสดุธรรมชาติที่ใช้ในการศึกษานี้มีศักยภาพในการพัฒนาเป็นดินชีวภัณฑ์และสารชีวภัณฑ์ทางการเกษตร เพื่อช่วยลดการใช้สารเคมี ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช และสนับสนุนแนวทางเกษตรกรรมที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน

คำสำคัญ: มอสส์, ใบมะรุม, กาแฟ, ดินชีวภัณฑ์, การยับยั้งเชื้อรา

Abstract

This research aimed to investigate the chemical properties of moss, moringa leaves, and coffee grounds, as well as to evaluate the antifungal activity and plant growth-promoting potential of natural extracts for the development of biofertilizer soil materials for sustainable agriculture. The results showed that moss, moringa leaves, and coffee grounds had pH values ranging from 5.94 to 6.07, indicating slightly acidic conditions suitable for plant growth. Ethanol extraction of moss produced a clear yellow solution and yielded more bioactive compounds than simple distillation. Preliminary phytochemical analysis using Thin Layer Chromatography (TLC) revealed multiple spots and bands, indicating the presence of various chemical constituents in the extract. UV-Visible spectroscopy analysis showed a major absorption peak at approximately 500 nm, which may be associated with phenolic compounds, flavonoids, and natural pigments. The antifungal activity test demonstrated that both moss and moringa leaf extracts could inhibit fungal growth. Increasing extract concentrations from 5 to 10 mg/L significantly reduced fungal colony diameter, with moringa leaf extract showing slightly higher antifungal efficiency than moss extract. Furthermore, plant growth experiments revealed that biofertilizer soil formula 2 provided the highest plant growth performance compared with normal soil and biofertilizer soil formula 1. Satisfaction assessment from 178 students indicated that the product received the highest satisfaction level overall (mean score = 4.65), particularly in terms of waste material utilization and promotion of pesticide-free cultivation.

In conclusion, moss extract and the natural materials used in this study demonstrated strong potential for development into biofertilizer and agricultural bioproducts that can reduce chemical usage, enhance plant growth, and support environmentally sustainable agriculture.

Keywords: Moss, Moringa leaves, Coffee grounds, Biofertilizer, Antifungal activity

บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศที่ประชากรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรม และมักประสบปัญหาโรคพืชและแมลงศัตรูพืช เช่น โรคใบไหม้ โรคโรใบดิดในทุเรียน โรคเหี่ยว และโรคเน่า ซึ่งมีสาเหตุสำคัญจากเชื้อราและแบคทีเรีย ปัจจุบันเกษตรกรส่วนใหญ่ นิยมใช้สารเคมีในการป้องกันและกำจัดศัตรูพืช ได้แก่ สารกำจัดแมลง สารกำจัดวัชพืช สารกำจัดเชื้อรา และสารกำจัดแบคทีเรีย เนื่องจากออกฤทธิ์รวดเร็วและมีประสิทธิภาพสูง อย่างไรก็ตาม การใช้สารเคมีดังกล่าวก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ทั้งแบบเฉียบพลันและเรื้อรัง รวมถึงก่อให้เกิดการตกค้างในผลผลิตทางการเกษตร ซึ่งส่งผลกระทบต่อผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อม ทั้งใน ดิน น้ำ ระบบนิเวศ และห่วงโซ่อาหาร อีกทั้งปัญหาสารพิษตกค้างยังกลายเป็นประเด็นสำคัญในเวทีการค้าโลก และเป็น ข้อจำกัดทางการค้าระหว่างประเทศ [1] จากสถานการณ์ดังกล่าว รัฐบาลไทยได้ส่งเสริมแนวทางการพัฒนาเศรษฐกิจตามโมเดล BCG (Bio-Circular-Green Economy) ซึ่งมุ่งเน้นการใช้ทรัพยากรชีวภาพอย่างคุ้มค่า การนำวัสดุเหลือใช้กลับมาใช้ประโยชน์ และ การพัฒนาอย่างสมดุลควบคู่กับการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม เพื่อให้เกิดความยั่งยืนในระยะยาว [3] มอสส์ (Moss) เป็นพืชขนาดเล็กในกลุ่มไบรโอไพลต์ที่พบได้ทั่วไปในธรรมชาติ โดยมีคุณสมบัติเด่นด้านการสะสมสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ เช่น สารฟีนอลิกและเทอร์พีนอยด์ ซึ่งมีฤทธิ์ต้านเชื้อราและแบคทีเรีย อีกทั้งยังสามารถใช้เป็นตัวชี้วัดการปนเปื้อนของสารพิษหรือโลหะหนักในสิ่งแวดล้อมได้ [2] นอกจากนี้ มอสส์ยังมีบทบาทในการช่วยดูดซับมลพิษทางอากาศ รักษาความชุ่มชื้น และเพิ่มสมดุลของระบบนิเวศ ในขณะเดียวกัน ใบมะรุม (*Moringa oleifera*) เป็นพืชสมุนไพรที่มีสารอาหารและสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพสูง โดยเฉพาะสารประกอบกลุ่มฟลาโวนอยด์และสารไนโตรเจน ซึ่งมีคุณสมบัติในการยับยั้งเชื้อราและส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช [5] ส่วนกากกาแฟ ซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรและอุตสาหกรรมอาหาร ยังมีคุณค่าทางโภชนาการของพืช เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และแมกนีเซียม อีกทั้งยังช่วยปรับปรุงโครงสร้างดิน เพิ่มความพรุน และส่งเสริมการเจริญของจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ [6] โรงเรียนเขาดรกรจวิทยา จ.สระแก้ว มีพื้นที่ประสบปัญหาเชื้อราจากการปลูกพืชและประสบปัญหาด้าน ต้นทุนการผลิตจากการซื้อสารเคมี รวมถึงพื้นที่เพาะปลูกภายใน “ฟาร์มฮักกรรจ” ของโรงเรียน

ดังนั้น โครงการงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากมอสส์และใบมะรุมในการยับยั้งเชื้อรา และศึกษาผลของกากกาแฟต่อการปรับปรุงคุณภาพดิน โดยนำวัสดุที่ได้ในท้องถิ่นมาพัฒนาเป็นวัสดุปลูกที่มีประสิทธิภาพ เพื่อเป็นแนวทางในการลดการใช้สารเคมีทางการเกษตร และส่งเสริมการเกษตรที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม อันจะนำไปสู่การพัฒนาที่ยั่งยืนในอนาคต

1. วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1.1 เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของมอสส์ ใบมะรุม และกากกาแฟ
- 1.2 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากมอสส์และใบมะรุมในการยับยั้งเชื้อรา
- 1.3 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของกากกาแฟต่อการเจริญเติบโตของพืช รวมถึงความพึงพอใจต่อการใช้น้ำฮักกรรจในการปลูกพืช

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากงานวิจัยเรื่องมอสส์ของเจียร์ ธีระวรรณ และคณะพบว่า มอสส์สามารถผลิตสารทุติยภูมิ (secondary metabolites) เช่น ฟีนอลิก (phenolics) และเทอร์พีนอยด์ (terpenoids) ซึ่งมีฤทธิ์ทางชีวภาพในการต้านจุลชีพและเชื้อรา นอกจากนี้ มอสส์ยังสามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ (bioindicator) ในการตรวจสอบการปนเปื้อนของโลหะหนัก เช่น ตะกั่ว และแคดเมียม เนื่องจากมีความสามารถในการสะสมสารพิษจากสิ่งแวดล้อมได้ดี

งานวิจัยของ Anwar et al. รายงานว่าไบโหมรุมมีสารออกฤทธิ์หลายชนิดที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ทางยาและการเกษตร นอกจากนี้ Majumder et al. [8] พบว่าสารสกัดจากไบโหมรุมสามารถยับยั้งเชื้อราก่อโรคพืช เช่น *Fusarium spp.* และ *Rhizoctonia solani* ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

งานวิจัยผลการศึกษาของ Patel et al. [9] ยังพบว่าสารสกัดจากไบโหมรุมมีฤทธิ์ต้านเชื้อรา เช่น *Candida albicans* และ *Saccharomyces cerevisiae* โดยสารสำคัญที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ฟลาโวนอยด์และแทนนิน ซึ่งสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้

งานวิจัยของ Campos-Vega et al. รายงานว่ากากกาแฟมีคุณสมบัติช่วยปรับปรุงโครงสร้างดิน เพิ่มความพรุน และช่วยในการอุ้มน้ำ อีกทั้งยังส่งเสริมการเจริญของจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในดิน นอกจากนี้ กากกาแฟยังมีสารประกอบฟีนอลิกที่มีฤทธิ์ต้านจุลชีพ ซึ่งอาจช่วยยับยั้งเชื้อราบางชนิดได้

งานวิจัยของ Agrios [4] อธิบายว่าเชื้อราที่มีการเจริญเติบโตในรูปของเส้นใย (hyphae) และแพร่กระจายโดยสปอร์ ซึ่งสามารถเจริญได้ดีในสภาพแวดล้อมที่มีความชื้นสูง การควบคุมเชื้อราจึงเป็นสิ่งสำคัญ โดยเฉพาะการใช้สารชีวภัณฑ์จากธรรมชาติที่มีความปลอดภัยและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

จากงานวิจัยที่ผ่านมาแสดงให้เห็นว่า การใช้สารสกัดจากพืชร่วมกับวัสดุอินทรีย์สามารถพัฒนาเป็นแนวทางการควบคุมเชื้อราแบบยั่งยืนได้ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้ออกแบบการผสมผสานมอสส์ ไบโหมรุม และกากกาแฟ เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อราและปรับปรุงดิน เป็นแนวทางการพัฒนาสู่นวัตกรรมทางการเกษตรที่ลดการใช้สารเคมีและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน

วิธีดำเนินการวิจัย

ตอนที่ 1 เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของมอสส์ ไบโหมรุมและกากกาแฟ

มอสส์

1. นำมอสส์มาล้างทำความสะอาดหลังจากนั้นผึ่งแดดให้แห้ง แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เวลา 10 นาที ทิ้งไว้ให้เย็น แล้วนำมาบดให้ละเอียดด้วยถ้วยบดสาร
2. ทำการสกัดมอสส์ด้วยเอทานอล จำนวน 3 ครั้ง โดยใช้เอทานอลเข้มข้น 95 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 250 มิลลิลิตร นำสารละลายที่ได้กรองด้วยกระดาษกรอง
3. วัดค่าความเป็นกรดเบสด้วย pH มิเตอร์
4. นำสารละลายมอสส์ที่ได้มาแยกตัวทำละลายออกโดยวิธีการกลั่นแบบธรรมดา ที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง
5. ทำการตรวจเช็คองค์ประกอบของสารเบื้องต้นโดยใช้เทคนิคโครมาโทกราฟีแบบกระดาษ (Thin Layer Chromatography, TLC)
6. นำสารสกัดจากมอสส์ที่ได้ทำการวัดด้วยเครื่อง UV-Visible spectrophotometer เพื่อหาความยาวคลื่นของกลุ่มสารที่อยู่ในสารสกัดมอสส์

ไบโหมรุม

1. นำไบโหมรุมมาล้างทำความสะอาดหลังจากนั้นผึ่งแดดแล้วนำมาบดให้ละเอียดด้วยถ้วยบดสาร
2. ทำการสกัดไบโหมรุมโดยใช้ไบโหมรุม 2 กรัม ละลายในน้ำ 20 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน กรองด้วยกระดาษกรอง ทดลองซ้ำ 3 รอบ
3. วัดค่าความเป็นกรดเบส

กากกาแฟ

1. นำกากกาแฟปริมาณ 5 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน กรองด้วยกระดาษกรอง

2. วัดค่าความเป็นกรดเบสของสารละลายกากกาแฟ

ตอนที่ 2 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดมอสส์ และใบมะรุมที่มีผลต่อการยับยั้งเชื้อรา

1. เตรียมวุ้นเลี้ยงเชื้อสูตร PDA จากมันฝรั่ง 300 กรัม น้ำตาลกลูโคส 20 กรัม วุ้นทำขนม 20 กรัม ลงในน้ำกลั่น ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร
2. ทำการเลี้ยงเชื้อราในถาดเพาะเชื้อ จำนวน 2 ถาด เลี้ยงเชื้อราด้วยสารสกัดมอสส์ โดยใช้ความเข้มข้น 5 และ 10 mg/L นำถาดเพาะเลี้ยงเชื้อทั้ง 2 ถาด ในข้อที่ 2 มาเปรียบเทียบกับปริมาณเชื้อราที่เกิดขึ้น โดยวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของการขยายเชื้อรา
3. ทำการทดลองดังข้อ 2 แต่เปลี่ยนสารสกัดเป็นใบมะรุม

ตอนที่ 3 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของกากกาแฟที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

1. นำดินที่ใช้ในการเพาะปลูกลงในกระถางตัวอย่าง 2 กระถาง โดยกระถางที่ 1 เป็นดินธรรมชาติกระถางที่ 2 เป็นดินฮักกรรจ์สูตร 1 กระถางที่ 3 เป็นดินฮักกรรจ์สูตร 2 ทดลองปลูกผักกะหล่ำปลีลงในกระถางทดลอง
2. ทำการวัดความเจริญเติบโตของผักกะหล่ำปลีเป็นเวลา 10 วัน

ตอนที่ 4 เพื่อศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อการนำดินฮักกรรจ์ไปใช้ประโยชน์

1. สร้างแบบประเมินความพึงพอใจ จำนวน 10 ข้อ เพื่อวัดระดับความพึงพอใจ 5 ระดับ ตามรูปแบบของ Likert Scale ดังนี้

- | | |
|-----------|-------------------|
| 5 หมายถึง | พึงพอใจมากที่สุด |
| 4 หมายถึง | พึงพอใจมาก |
| 3 หมายถึง | พึงพอใจปานกลาง |
| 2 หมายถึง | พึงพอใจน้อย |
| 1 หมายถึง | พึงพอใจน้อยที่สุด |

2. นำแบบประเมินความพึงพอใจที่ได้ไปให้ครูที่ปรึกษาตรวจสอบ

3. นำแบบประเมินที่ได้มาจัดพิมพ์และนำไปให้นักเรียนชุมนุมนักเรียนเคมีรุ่นเยาว์ และนักเรียนที่เรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ทางการเกษตร จำนวน 178 คน ประเมิน

4. นำผลการประเมินวิเคราะห์และแปลผล โดยนำค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวิเคราะห์ ไปทำการเปรียบเทียบกับเกณฑ์เพื่อใช้ในการแปลความหมาย ทั้งรายข้อ และโดยรวม โดยใช้เกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ย ดังนี้

- | ค่าเฉลี่ย | ความหมาย |
|-------------|-------------------|
| 4.51 – 5.00 | พึงพอใจมากที่สุด |
| 3.51 – 4.50 | พึงพอใจมาก |
| 2.51 – 3.50 | พึงพอใจปานกลาง |
| 1.51 – 2.50 | พึงพอใจน้อย |
| 1.00 – 1.50 | พึงพอใจน้อยที่สุด |

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของมอสส์ ใบมะรุมและกากกาแฟ

จากผลการทดลอง พบว่า มอสส์ ใบมะรุม และกากกาแฟ มีค่า pH อยู่ในช่วงใกล้เคียงกัน โดยทั้งหมดอยู่ในช่วงประมาณ 5.94–6.07 ซึ่งจัดอยู่ในสภาพกรดอ่อน (slightly acidic) เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย พบว่า มอสส์ มีค่า pH เฉลี่ย 6.00 ใบมะรุม มีค่า pH เฉลี่ย 6.01 และกากกาแฟ มีค่า pH เฉลี่ย 6.05 แสดงให้เห็นว่า กากกาแฟมีค่าความเป็นกรดน้อยที่สุด (มีแนวโน้มเป็นกลาง

มากที่สุด) ขณะที่มอสส์มีความเป็นกรดมากที่สุดเล็กน้อย อย่างไรก็ตาม ความแตกต่างของค่า pH ระหว่างทั้งสามตัวอย่างมีค่าน้อยมาก (ไม่เกิน 0.05–0.07 หน่วย) จึงถือว่าอยู่ในระดับใกล้เคียงกัน ในเชิงการเกษตร ค่า pH ในช่วง 6.0 ถือว่าเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช เนื่องจากเป็นช่วงที่ธาตุอาหารในดินสามารถละลายและถูกดูดไปใช้ได้ดี อีกทั้งยังเอื้อต่อการเจริญของจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์แสดงดังตารางที่ 1

ดังนั้น จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่า มอสส์ ใบมะรุม และกากกาแฟ มีคุณสมบัติด้านความเป็นกรด-เบสที่เหมาะสมและสอดคล้องกัน เมื่อนำมาผสมรวมกันจึงไม่ก่อให้เกิดความเปลี่ยนแปลงของ pH อย่างรุนแรง และสามารถใช้เป็นวัสดุปรับปรุงดินเพื่อการปลูกพืชได้อย่างเหมาะสม

ตารางที่ 1 ผลการหาค่าความเป็นกรด-เบส ของมอสส์ ใบมะรุมและกากกาแฟ

ตัวอย่าง	ค่า pH	ความเป็นกรด-เบส	เฉลี่ย (Mean) ค่า pH	SD	%RSD
มอสส์	6.02	กรด	6.00 (กรด)	0.057	0.95%
	6.05	กรด			
	5.94	กรด			
ใบมะรุม	5.95	กรด	6.01 (กรด)	0.053	0.88%
	6.03	กรด			
	6.05	กรด			
กากกาแฟ	6.07	กรด	6.05 (กรด)	0.015	0.25%
	6.06	กรด			
	6.04	กรด			

เมื่อนำมอสส์มาทำการสกัดด้วยเอทานอลจะให้สารละลายสีเหลืองใส เนื่องจากเอทานอลสามารถละลายสารประกอบทางเคมีหลายชนิดได้ดี โดยเฉพาะสารกลุ่มฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ ซึ่งเป็นสารที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพ ขณะที่การกลั่นแบบธรรมดาจะเหมาะกับการแยกสารที่ระเหยได้ง่ายเท่านั้น จึงอาจได้ปริมาณสารสำคัญน้อยกว่าและมีองค์ประกอบแตกต่างจากการสกัดด้วยเอทานอล ดังนั้นการสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลจึงเหมาะและให้สารสกัดที่มากกว่าการกลั่นแบบธรรมดา แสดงดังภาพที่ 1



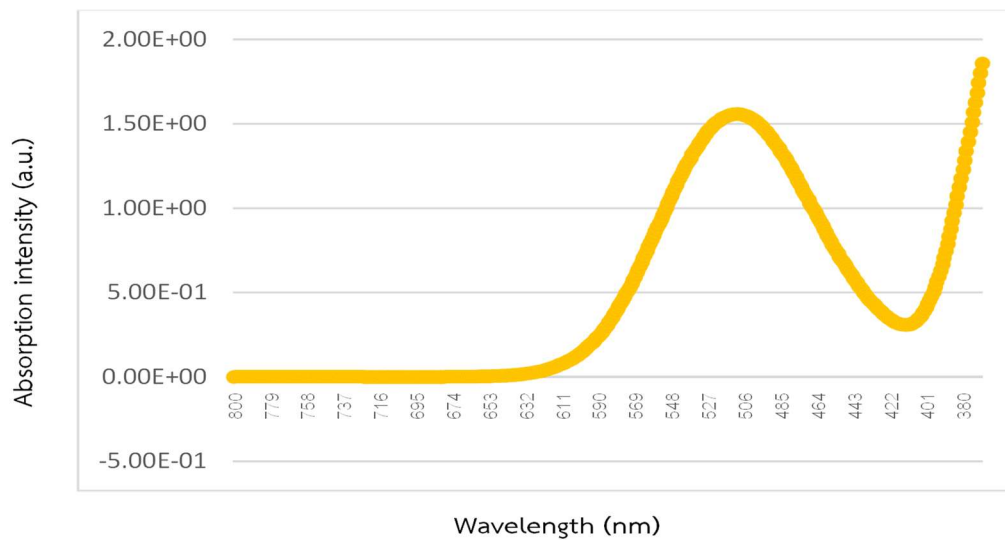
ภาพที่ 1 ผลการสกัดมอสส์ด้วยวิธีกลั่นแบบธรรมดา (A1-A2) และตัวทำละลายเอทานอล (B1-B2)

จากนั้นทำการทดสอบองค์ประกอบเบื้องต้นของสารโดยใช้เทคนิคโครมาโทกราฟีแบบกระดาษ (Thin Layer Chromatography, TLC) เบื้องต้น พบว่า พบว่าปรากฏแถบและจุดสีหลายตำแหน่งบนแผ่นโครมาโทกราฟี ภายใต้แสงอัลตราไวโอเล็ต (UV) แสดงให้เห็นว่าสารสกัดที่นำมาทดสอบไม่ได้ประกอบด้วยสารเพียงชนิดเดียว แต่เป็นสารผสมที่มีองค์ประกอบหลายชนิดซึ่งมีความสามารถในการเคลื่อนที่ไปกับตัวทำละลายแตกต่างกัน บริเวณด้านล่างของแผ่นปรากฏจุดสีเข้มขนาดใหญ่ใกล้ตำแหน่งเริ่มต้น (baseline) แสดงว่าสารบางชนิดมีความสามารถในการละลายในตัวทำละลายน้อย หรือมีแรงยึดเหนี่ยวกับกระดาษสูง จึงเคลื่อนที่ได้ในระยะสั้น ขณะที่บริเวณกึ่งกลางและด้านบนของแผ่นพบแถบสีหรือจุดเพิ่มเติม ซึ่งเคลื่อนที่สูงขึ้นไปตามแนวตัวทำละลาย สะท้อนว่าสารเหล่านั้นมีความสามารถในการละลายในตัวทำละลายมากกว่าและมีความสัมพันธ์กับเฟสอยู่กับที่น้อยกว่า จึงเคลื่อนที่ได้ไกลกว่าลักษณะของจุดที่แยกออกจากกันอย่างชัดเจนบ่งชี้ว่าการแยกสารด้วยวิธีนี้สามารถจำแนกองค์ประกอบเบื้องต้นของสารสกัดได้ในระดับหนึ่ง โดยจำนวนและตำแหน่งของจุดที่ปรากฏสามารถใช้เป็นข้อมูลสำหรับเปรียบเทียบชนิดของสารหรือใช้ในการศึกษาต่อยอดเกี่ยวกับสารสำคัญทางชีวภาพในมอสส์ได้ นอกจากนี้ สีที่ปรากฏภายใต้แสง UV ยังอาจสัมพันธ์กับสารกลุ่มรงควัตถุหรือสารประกอบฟีนอลิกบางชนิดที่มีคุณสมบัติเรืองแสงหรือดูดกลืนแสงอัลตราไวโอเล็ตได้ดี แสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ผลการตรวจองค์ประกอบเบื้องต้นโดยเทคนิคโครมาโทกราฟีแบบกระดาษ (Thin Layer Chromatography, TLC)

จากผลการทดลองโครมาโทกราฟีแบบกระดาษแสดงให้เห็นว่าสารสกัดจากมอสส์มีองค์ประกอบของสารหลายชนิดที่มีสมบัติทางเคมีแตกต่างกัน ซึ่งสามารถแยกตัวออกตามความสามารถในการละลายและการเคลื่อนที่ไปกับตัวทำละลายได้อย่างชัดเจน จึงเป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับการตรวจสอบองค์ประกอบเบื้องต้นของสารสกัดจากธรรมชาติในงานวิจัยทางชีวภาพและเคมีเบื้องต้น และได้นำสารละลายมอสส์ไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิค UV-visible พบว่า ช่วงความยาวคลื่นสูงกว่า 600 นาโนเมตร ค่าการดูดกลืนแสงอยู่ในระดับต่ำมาก แสดงว่าสารสกัดมีการดูดกลืนแสงในช่วงดังกล่าวน้อย อย่างไรก็ตาม เมื่อความยาวคลื่นลดลงเข้าสู่ช่วงประมาณ 550–500 นาโนเมตร ค่าการดูดกลืนแสงเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว และเกิดจุดสูงสุดของการดูดกลืนแสง (absorption peak) ที่ประมาณ 500 นาโนเมตร โดยมีค่าความเข้มการดูดกลืนประมาณ 1.5 a.u. แสดงว่าสารสกัดจากมอสส์มีสารประกอบที่สามารถดูดกลืนแสงได้ดีในบริเวณนี้ ซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับสารกลุ่มรงควัตถุธรรมชาติ เช่น แคโรทีนอยด์ คลอโรฟิลล์บางชนิด หรือสารประกอบฟีนอลิกที่พบได้ในพืชและมอสส์ หลังจากผ่านจุดสูงสุด ค่าการดูดกลืนแสงค่อย ๆ ลดลงในช่วงประมาณ 480–420 นาโนเมตร ก่อนที่จะเพิ่มสูงขึ้นอีกครั้งอย่างชัดเจนบริเวณใกล้ 380 นาโนเมตร ซึ่งอยู่ในช่วงรอยต่อระหว่างแสงที่มองเห็นได้กับรังสีอัลตราไวโอเล็ต การเพิ่มขึ้นของค่าการดูดกลืนในช่วงดังกล่าวอาจบ่งชี้ถึงการมีสารประกอบอินทรีย์ที่มีพันธะคู่คอนจูเกต (conjugated double bonds) หรือสารกลุ่มฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ ซึ่งสามารถดูดกลืนรังสี UV ได้ดี สอดคล้องกับผลการทดสอบโครมาโทกราฟีแบบกระดาษที่พบกลุ่มสาร

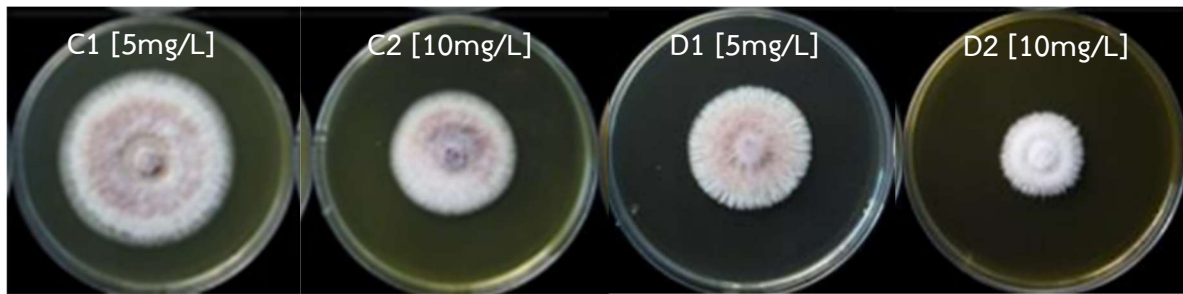


ภาพที่ 3 กราฟผลการวิเคราะห์สารสกัดจากมอสส์ด้วยเทคนิค UV-visible

2. ผลการศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดมอสส์และใบมะรุมที่มีผลต่อการยับยั้งเชื้อรา

จากการศึกษาฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราของสารสกัดจากมอสส์และสารสกัดใบมะรุม พบว่าสารสกัดทั้งสองชนิดสามารถยับยั้งการขยายตัวของเชื้อราได้ โดยประสิทธิภาพในการยับยั้งมีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของสารสกัดที่ใช้ในการทดลองสารสกัดจากมอสส์ เมื่อเติมสารสกัดที่ความเข้มข้น 5 mg/L และ 10 mg/L ลงในภาตเพาะเลี้ยงที่ 1 และ 2 ตามลำดับ พบว่า เชื้อรามีการขยายตัวแตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยภาตที่ใช้สารสกัดความเข้มข้น 5 mg/L เชื้อรามีเส้นผ่านศูนย์กลางการเจริญเท่ากับ 6.3 เซนติเมตร ขณะที่ภาตที่ใช้ความเข้มข้น 10 mg/L เชื้อรามีการขยายตัวลดลงเหลือเพียง 2.1 เซนติเมตร แสดงให้เห็นว่าสารสกัดจากมอสส์มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา และเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารสกัด ประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อราจะเพิ่มสูงขึ้น แสดงดังภาพที่ 4C ในส่วนของสารสกัดใบมะรุม พบแนวโน้มในลักษณะเดียวกัน โดยเมื่อเติมสารสกัดใบมะรุมที่ความเข้มข้น 5 mg/L และ 10 mg/L ลงในภาตที่ 1 และ 2 ตามลำดับ พบว่าเชื้อรามีการขยายตัวที่เส้นผ่านศูนย์กลาง 5.0 เซนติเมตร และ 1.6 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสารสกัดใบมะรุมสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้อย่างมีประสิทธิภาพ และการเพิ่มความเข้มข้นของสารสกัดช่วยลดการขยายตัวของเชื้อราได้ดียิ่งขึ้น แสดงดังภาพที่ 4D

เมื่อเปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างสารสกัดทั้งสองชนิด พบว่าสารสกัดใบมะรุมมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้ดีกว่าสารสกัดจากมอสส์เล็กน้อย เนื่องจากให้ค่าการขยายตัวของเชื้อราต่ำกว่าในทั้งสองระดับความเข้มข้น ทั้งนี้อาจเกิดจากการมีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ เช่น สารฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์ หรือสารต้านจุลชีพในใบมะรุมที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่า จึงสามารถสรุปได้ว่าสารสกัดจากธรรมชาติทั้งสองชนิดมีศักยภาพในการนำไปประยุกต์ใช้เป็นสารยับยั้งเชื้อราหรือสารชีวภัณฑ์ทางการเกษตรในอนาคตได้



ภาพที่ 4 ภาพการทดสอบประสิทธิภาพของการยับยั้งเชื้อราในสารสกัดสกัดมอสส์ (C1 [5mg/L] และ C2 [10mg/L])
และใบมะรุ้ม (D1 [5mg/L] และ D2 [10mg/L])

3. ผลการศึกษาประสิทธิภาพของกากกาแฟที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

ตารางที่ 2 แสดงผลการเจริญเติบโตของพืชเปรียบเทียบระหว่างดินธรรมดา ดินชีวภัณฑ์สูตร 1 และดินชีวภัณฑ์สูตร 2 พบว่าพืชที่ปลูกในดินทุกชนิดมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตามระยะเวลา แต่มีอัตราการเจริญเติบโตแตกต่างกันอย่างชัดเจนในวันเริ่มต้นของการทดลอง พืชทั้ง 3 ชุดมีความสูงเริ่มต้นเท่ากันที่ 43.05 มิลลิเมตร แสดงให้เห็นว่าการทดลองมีจุดเริ่มต้นที่ใกล้เคียงกันและสามารถเปรียบเทียบผลได้อย่างเหมาะสม หลังจากนั้นพบว่าพืชที่ปลูกในดินชีวภัณฑ์สูตร 1 และสูตร 2 มีการเจริญเติบโตเร็วกว่าพืชที่ปลูกในดินธรรมดอย่างต่อเนื่อง เมื่อพิจารณาดินธรรมดา พบว่า ความสูงของพืชเพิ่มจาก 43.05 เป็น 51.12 มิลลิเมตร ในวันสุดท้ายของการทดลอง เพิ่มขึ้นรวม 8.07 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นอัตราการเจริญเติบโตต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับดินอีก 2 สูตร ขณะที่ดินชีวภัณฑ์สูตร 1 มีการเพิ่มขึ้นของความสูงจาก 43.05 เป็น 56.05 มิลลิเมตร เพิ่มขึ้นรวม 13.00 มิลลิเมตร แสดงให้เห็นว่าดินชีวภัณฑ์สูตร 1 สามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชได้ดีกว่าดินธรรมดา ส่วนดินชีวภัณฑ์สูตร 2 ให้ผลการเจริญเติบโตดีที่สุด โดยพืชมีความสูงเพิ่มจาก 43.05 เป็น 60.32 มิลลิเมตร เพิ่มขึ้นรวม 17.27 มิลลิเมตร และมีค่าความสูงมากที่สุดในทุกช่วงเวลาของการทดลอง โดยเฉพาะในช่วงปลายการทดลองพบว่าพืชมีอัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นอย่างเด่นชัดเมื่อเทียบกับดินชนิดอื่น

ตารางที่ 2 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของกากกาแฟที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

วัน/เดือน/ปี	การเจริญเติบโตของพืช (มิลลิเมตร)		
	ดินธรรมดา	ดินฮักกรรจ์สูตร 1	ดินฮักกรรจ์สูตร 2
25 พ.ค. 2567	43.05	43.05	43.05
26 พ.ค. 2567	43.30	44.05	44.50
27 พ.ค. 2567	44.00	46.05	46.35
28 พ.ค. 2567	45.10	47.00	47.42
29 พ.ค. 2567	46.25	48.05	48.63
30 พ.ค. 2567	47.45	49.40	50.10

วัน/เดือน/ปี	การเจริญเติบโตของพืช (มิลลิเมตร)		
	ดินธรรมดา	ดินฮักกรรจ์สูตร 1	ดินฮักกรรจ์สูตร 2
31 พ.ค. 2567	48.25	51.20	52.34
1 มิ.ย. 2567	49.38	52.42	54.12
2 มิ.ย. 2567	50.43	54.10	56.28
3 มิ.ย. 2567	51.12	56.05	60.32

จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่า ดินชีวภัณฑ์ทั้งสูตร 1 และสูตร 2 มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชได้ดีกว่าดินธรรมดา และดินชีวภัณฑ์สูตร 2 ให้ผลดีที่สุด อาจเนื่องมาจากมีธาตุอาหารหรือจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในปริมาณที่เหมาะสม ช่วยเพิ่มความสามารถในการดูดใช้ธาตุอาหาร ส่งผลให้พืชมีการเจริญเติบโตได้รวดเร็วและต่อเนื่องมากยิ่งขึ้น

ตอนที่ 4 ผลของการศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อการนำดินฮักกรรจ์ไปใช้ในการปลูกพืช

ผลการศึกษาความพึงพอใจจากนักเรียน 178 คน จากกลุ่มนักเรียนที่เข้าร่วมชมชนวิทยาศาสตร์ ของโรงเรียนเขาดรจรังวิทยา ผลการประเมินความคิดเห็นต่อผลิตภัณฑ์ พบว่า ค่าคะแนนเฉลี่ยของทุกหัวข้ออยู่ในระดับ “มากที่สุด” ทั้งหมด สะท้อนให้เห็นว่าผู้ประเมินมีความพึงพอใจและให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ในระดับสูง โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.65 ซึ่งแสดงว่าผลิตภัณฑ์มีประสิทธิภาพและคุณสมบัติตรงตามความต้องการของผู้ใช้งาน เมื่อพิจารณาในแต่ละด้าน พบว่าหัวข้อที่ได้รับคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุดคือ “การนำวัสดุที่เหลือใช้มาใช้ประโยชน์” มีค่าเฉลี่ย 4.74 รองลงมา คือ “ส่งเสริมการปลูกพืชปลอดสารพิษ” มีค่าเฉลี่ย 4.73 แสดงให้เห็นว่าผู้ประเมินเห็นความสำคัญของการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าและการส่งเสริมแนวทางเกษตรปลอดภัย ซึ่งสะท้อนถึงคุณค่าด้านสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืนของผลิตภัณฑ์ ด้านที่มีคะแนนเฉลี่ยสูงรองลงมา ได้แก่ “ลดการใช้ปุ๋ยและสารเคมี” มีค่าเฉลี่ย 4.69 และ “รูปทรง รูปร่างพอเหมาะ” มีค่าเฉลี่ย 4.67 แสดงว่าผลิตภัณฑ์สามารถช่วยลดต้นทุนและลดผลกระทบจากสารเคมีทางการเกษตรได้ อีกทั้งยังมีลักษณะภายนอกที่เหมาะสมต่อการใช้งาน ในส่วนของประสิทธิภาพด้านการใช้งาน พบว่า “สามารถยับยั้งเชื้อราได้” มีค่าเฉลี่ย 4.64 และ “สามารถเพิ่มผลผลิตได้” รวมถึง “สามารถผลิตใช้ได้เอง” มีค่าเฉลี่ย 4.65 เท่ากัน แสดงให้เห็นว่าผู้ใช้อยู่มั่นใจว่าผลิตภัณฑ์มีศักยภาพในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชและสามารถประยุกต์ใช้ได้จริงในภาคการเกษตร ส่วนหัวข้อที่มีคะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ “ดินร่วนซุยและมีประสิทธิภาพมากขึ้น” มีค่าเฉลี่ย 4.58 แม้ว่าจะเป็นคะแนนต่ำสุดเมื่อเปรียบเทียบกับหัวข้ออื่น แต่ยังคงอยู่ในระดับ “มากที่สุด” แสดงว่าผู้ประเมินยังคงมีความคิดเห็นเชิงบวกต่อคุณสมบัติดังกล่าว แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อการนำดินฮักกรรจ์ไปใช้ในการปลูกพืช จำนวน 178 คน

รายการประเมิน	$\bar{X}$	แปลผล
1. ผลิตภัณฑ์ใช้ง่าย สะดวก ปลอดภัย	4.61	มากที่สุด
2. ผลิตภัณฑ์ทำให้พืชเจริญเติบโตได้ดี	4.62	มากที่สุด
3. ดินร่วนซุยและมีประสิทธิภาพมากขึ้น	4.58	มากที่สุด

4. สามารถเพิ่มผลผลิตได้	4.65	มากที่สุด
5. ลดการใช้ปุ๋ยและสารเคมี	4.69	มากที่สุด
รายการประเมิน	$\bar{X}$	แปลผล
6. สามารถยับยั้งเชื้อราได้	4.64	มากที่สุด
7. ส่งเสริมการปลูกพืชปลอดสารพิษ	4.73	มากที่สุด
8. รูปทรง รูปร่างพอเหมาะ	4.67	มากที่สุด
9. การนำวัสดุที่เหลือใช้มาใช้ประโยชน์	4.74	มากที่สุด
10. สามารถผลิตใช้ได้เอง	4.65	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.65	มากที่สุด

ดังนั้น ผลการประเมินแสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์ได้รับการยอมรับในระดับสูง ทั้งในด้านประสิทธิภาพ ความสะดวกในการใช้งาน การลดการใช้สารเคมี การส่งเสริมเกษตรปลอดภัย และการใช้วัสดุเหลือใช้ให้เกิดประโยชน์ ซึ่งสะท้อนถึงศักยภาพของผลิตภัณฑ์ในการนำไปใช้จริงเพื่อพัฒนาการเกษตรอย่างยั่งยืนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

อภิปรายผล

ผลการศึกษาพบว่า มอสส์ ใบมะรุ้ม และกากกาแฟ มีความเป็นกรด-เบส (pH) อยู่ในช่วงใกล้เคียงกัน โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 6.00–6.05 ซึ่งจัดอยู่ในสภาพกรดอ่อน (slightly acidic) ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช เนื่องจากเป็นช่วงที่ธาตุอาหารในดินสามารถละลายและถูกดูดใช้ได้ดี รวมทั้งเอื้อต่อการเจริญของจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ต่อดินและพืช ทั้งนี้ กากกาแฟมีค่า pH สูงที่สุดเล็กน้อย ขณะที่มอสส์มีความเป็นกรดมากกว่าเล็กน้อย แต่ความแตกต่างของค่า pH มีค่าน้อยมาก จึงสามารถนำวัสดุทั้งสามชนิดมาผสมรวมกันได้โดยไม่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสภาพกรด-เบสอย่างรุนแรง สอดคล้องกับแนวคิดการพัฒนาวัสดุปรับปรุงดินจากทรัพยากรธรรมชาติและวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ในการสกัดสารสำคัญจากมอสส์ พบว่าการสกัดด้วยเอทานอลให้สารละลายสีเหลืองใส ซึ่งบ่งชี้ถึงการละลายของสารพฤษเคมีหลายชนิด โดยเฉพาะสารกลุ่มฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพ ขณะที่การกลั่นแบบธรรมดาสามารถแยกได้เฉพาะสารระเหยง่าย จึงอาจให้ปริมาณสารสำคัญน้อยกว่าและมีส่วนประกอบของสารแตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่าการใช้เอทานอลเป็นตัวทำละลายมีประสิทธิภาพเหมาะสมต่อการสกัดสารสำคัญจากมอสส์มากกว่า

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเบื้องต้นด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟีแบบกระดาษ (Thin Layer Chromatography: TLC) พบแถบและจุดสีหลายตำแหน่งภายใต้แสงอัลตราไวโอเล็ต แสดงว่าสารสกัดจากมอสส์ประกอบด้วยสารหลายชนิดที่มีคุณสมบัติทางเคมีแตกต่างกัน โดยสารบางชนิดเคลื่อนที่ได้ระยะสั้นเนื่องจากละลายในตัวทำละลายได้น้อยหรือมีแรงยึดเหนี่ยวกับเฟสอยู่กับที่สูง ขณะที่สารบางชนิดเคลื่อนที่ได้ไกลกว่าเนื่องจากมีความสามารถในการละลายสูงกว่า ผลดังกล่าวสะท้อนให้เห็นถึงความหลากหลายของสารชีวภาพในมอสส์ และสามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาสารสำคัญทางชีวภาพต่อไป

ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค UV-Visible spectroscopy พบว่าสารสกัดจากมอสส์มีการดูดกลืนแสงสูงสุดบริเวณประมาณ 500 นาโนเมตร ซึ่งอาจสัมพันธ์กับสารกลุ่มรงควัตถุธรรมชาติ เช่น แคโรทีนอยด์ คลอโรฟิลล์ หรือสารประกอบฟีนอลิก นอกจากนี้ การดูดกลืนแสงที่เพิ่มขึ้นในช่วงใกล้ 380 นาโนเมตร ยังบ่งชี้ถึงการมีสารประกอบอินทรีย์ที่มีพันธะคู่คอนจูเกตหรือสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ที่สามารถดูดกลืนรังสี UV ได้ดี ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ TLC ที่แสดงการมีอยู่ของสารพฤษเคมีหลายชนิดในสารสกัด

จากการศึกษาฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อรา พบว่าสารสกัดจากมอสส์และสารสกัดใบมะรุมสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้โดยประสิทธิภาพในการยับยั้งเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของสารสกัด เมื่อใช้สารสกัดจากมอสส์ที่ความเข้มข้น 5 และ 10 mg/L พบว่าเชื้อราไม่เส้นผ่านศูนย์กลางการเจริญลดลงจาก 6.3 เหลือ 2.1 เซนติเมตร ขณะที่สารสกัดใบมะรุมที่ความเข้มข้นเดียวกันสามารถลดการขยายตัวของเชื้อราจาก 5.0 เหลือ 1.6 เซนติเมตร แสดงให้เห็นว่าสารสกัดใบมะรุมมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อราได้ดีกว่าสารสกัดจากมอสส์เล็กน้อย ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการมีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ เช่น ฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์ และสารต้านจุลชีพในปริมาณที่สูงกว่า ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา

ผลการศึกษาประสิทธิภาพของดินชีวภัณฑ์ต่อการเจริญเติบโตของพืช พบว่าพืชที่ปลูกในดินชีวภัณฑ์สูตร 1 และสูตร 2 มีการเจริญเติบโตดีกว่าพืชที่ปลูกในดินธรรมดาอย่างชัดเจน โดยดินชีวภัณฑ์สูตร 2 ให้ผลดีที่สุด พืชมีความสูงเพิ่มขึ้นรวม 17.27 มิลลิเมตร มากกว่าดินธรรมดาที่เพิ่มขึ้นเพียง 8.07 มิลลิเมตร แสดงให้เห็นว่าดินชีวภัณฑ์สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเจริญเติบโตของพืชได้ อาจเนื่องจากมีธาตุอาหารและจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ต่อระบบรากและการดูดใช้ธาตุอาหารของพืช ส่งผลให้พืชเจริญเติบโตได้รวดเร็วและต่อเนื่อง นอกจากนี้ ผลการประเมินความพึงพอใจจากนักเรียนจำนวน 178 คน พบว่าผลิตภัณฑ์ได้รับการประเมินอยู่ในระดับ “มากที่สุด” ทุกด้าน โดยมีค่าเฉลี่ยรวม 4.65 ผู้ประเมินให้ความสำคัญกับการนำวัสดุเหลือใช้มาใช้ประโยชน์ การส่งเสริมการปลูกพืชปลอดสารพิษ และการลดการใช้ปุ๋ยและสารเคมี สะท้อนให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์มีคุณค่าทั้งในด้านสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และการเกษตรอย่างยั่งยืน รวมทั้งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริงในระดับชุมชนและสถานศึกษา

สรุปผลการวิจัย

การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า มอสส์ ใบมะรุม และกากกาแฟ มีคุณสมบัติด้านความเป็นกรด-เบสที่เหมาะสมต่อการใช้เป็นวัสดุปรับปรุงดิน โดยมีค่า pH อยู่ในช่วงกรดอ่อนที่เอื้อต่อการเจริญของพืชและจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ การสกัดสารสำคัญจากมอสส์ด้วยเอทานอลให้ประสิทธิภาพดีกว่าการกลั่นแบบธรรมดา และสามารถสกัดสารฟอกขาวที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพได้หลายชนิด ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค TLC และ UV-Visible spectroscopy สนับสนุนว่าสารสกัดจากมอสส์ประกอบด้วยสารหลายชนิด เช่น สารฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์ และรงควัตถุธรรมชาติ ซึ่งมีคุณสมบัติในการดูดกลืนแสงและอาจเกี่ยวข้องกับฤทธิ์ทางชีวภาพ สารสกัดจากมอสส์และใบมะรุมสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้ โดยประสิทธิภาพในการยับยั้งเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของสารสกัด และสารสกัดใบมะรุมให้ผลดีกว่าสารสกัดจากมอสส์เล็กน้อย นอกจากนี้ ดินชีวภัณฑ์สูตร 1 และสูตร 2 ยังสามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชได้ดีกว่าดินธรรมดา โดยเฉพาะดินชีวภัณฑ์สูตร 2 ที่ให้ผลดีที่สุด

ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานอยู่ในระดับมากที่สุดในทุกด้าน แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์มีศักยภาพในการนำไปใช้จริง สามารถช่วยลดการใช้สารเคมี ส่งเสริมการเกษตรปลอดภัย และเพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุเหลือใช้ทางธรรมชาติและการเกษตรได้อย่างมีประสิทธิภาพ อันจะนำไปสู่การพัฒนาแนวทางเกษตรกรรมที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและยั่งยืนในอนาคต

ข้อเสนอแนะ

จากการทำโครงการในครั้งนี้ ผู้จัดทำมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. ควรศึกษาสารสกัดจากพืชชนิดต่างๆ ที่มีในท้องถิ่นเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในการยับยั้งเชื้อราและกำจัดศัตรูพืช
2. ควรศึกษา พัฒนา สารสกัดมอสส์ และใบมะรุมให้มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อราในพืชอื่นๆ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณท่านผู้อำนวยการ สุนิษา สาสีพวง ผู้อำนวยการโรงเรียนเขตรังวิทยาคม ที่สนับสนุนงบประมาณ อุปกรณ์ และให้กำลังใจแก่คณะผู้จัดทำ ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.อรสุรางค์ โสภิพันธ์ มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว

ที่อนุเคราะห์การตรวจวิเคราะห์ข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เทอดเกียรติ แก้วพวง อาจารย์มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์ ให้ความกรุณาเป็นที่ปรึกษาให้ความรู้ คำแนะนำ และวิเคราะห์ข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง

เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมวิชาการเกษตร. (2563). การใช้สารเคมีทางการเกษตรและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- [2] เจริญ ธีระวรวงศ์ และคณะ. (2560). สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากมอสส์และศักยภาพในการต้านจุลชีพ. วารสารวิทยาศาสตร์ชีวภาพ, 12(2), 45–58.
- [3] สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2564). โมเดลเศรษฐกิจ BCG เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน. กรุงเทพฯ.
- [4] Agrios, G. N. (2005). Plant Pathology (5th ed.). Elsevier Academic Press.
- [5] Anwar, F., Latif, S., Ashraf, M., & Gilani, A. H. (2007). Moringa oleifera: A food plant with multiple medicinal uses. Phytotherapy Research, 21(1), 17–25.
- [6] Campos-Vega, R., Loarca-Piña, G., Vergara-Castañeda, H., & Oomah, B. D. (2015). Spent coffee grounds: A review on current research and future prospects. Trends in Food Science & Technology, 45(1), 24–36.
- [7] Kyung-Ok Shin, et al. (2016). Antioxidant and antimicrobial activities of phenolic compounds. Journal of Applied Biological Chemistry, 59(3), 1–8.
- [8] Majumder, S., Rani, V., Singh, S., & Srivastava, K. (2024). Antifungal activity of Moringa oleifera leaf extracts against plant pathogens. Indian Journal of Agricultural Sciences, 94(9), 1033–1036.
- [9] Patel, P., et al. (2014). Phytochemical analysis and antifungal activity of Moringa oleifera. International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences, 6(5), 144–147.