

การสำรวจเชื้อราและแบคทีเรียในอากาศของห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

A Survey of Airborne Fungi and Bacteria in Microbiology Laboratories,

Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

ศศิธร หล่อเรืองศิลป์¹ นิภาพร คำหลอม^{2*} ชัญญุกานต์ โกกะพันธ์² ยุภารัตน์ เครือวงษา³

ปทุมทิพย์ ผลโยธ³ สิริวรัญญา ศรีษาคำกุลวัฒน์³ และ กัลยา หาญพิชาญชัย⁴

Sasithorn Lorroengsil¹ Nipaporn Khamhlom^{2*} Chanyakarn Kokaphan² Yuparat Kruawongsa³

Patoomthip Polyon³ Siriwaranya Srisakhamkullawat³ and Kallaya Harnpicharnchai⁴

¹สาขาวิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อุบลราชธานี 34190 ประเทศไทย

²สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อุบลราชธานี 34190 ประเทศไทย

³ภาควิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อุบลราชธานี 34190 ประเทศไทย

⁴สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม มหาสารคาม 44150 ประเทศไทย

¹Microbiology Program, Faculty of Science, Ubon Ratchathani University, Ubon Ratchathani 34190, Thailand

²Occupational Health and Safety Program, Faculty of Science, Ubon Ratchathani University,

Ubon Ratchathani 34190, Thailand

³Department of Biological Sciences, Faculty of Science, Ubon Ratchathani University, Ubon Ratchathani 34190, Thailand

⁴Occupational Health and Safety Program, Faculty of Public Health, Mahasarakham University,

Maha Sarakham 44150, Thailand

*E-mail: nipaporn.k@ubu.ac.th

Received: Sep 28, 2024

Revised: Nov 18, 2024

Accepted: Nov 25, 2024

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเชิงสำรวจ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจชนิดของเชื้อราและแบคทีเรียในอากาศของห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จำนวน 5 ห้อง และเปรียบเทียบความเข้มข้นของจุลินทรีย์ก่อนและหลังการเรียน การตรวจวัดความเข้มข้นของเชื้อราและแบคทีเรียในอากาศใช้เครื่อง Single Stage Impactor โดยอ้างอิงวิธีการตรวจวัดจาก NIOSH Manual of Analytical Methods 0800: Bioaerosols Sampling และการระบุชนิดของเชื้อรา และแบคทีเรียทำโดยการวิเคราะห์ ลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณ internal transcribed spacer (ITS) ของเชื้อรา และบริเวณ 16S rDNA ของแบคทีเรีย ตามลำดับ ผลการศึกษา พบว่า ความเข้มข้นของจุลินทรีย์ในอากาศของห้องปฏิบัติการทุกห้องมีปริมาณไม่เกินค่าเฝ้าระวังตามประกาศกรมอนามัย เรื่อง ค่าเฝ้าระวังคุณภาพอากาศภายในอาคารสาธารณะ พ.ศ. 2565 ผลการสำรวจและการระบุชนิดเชื้อราและแบคทีเรียในอากาศของ ห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาทั้งหมด พบว่า เชื้อราที่พบได้บ่อยที่สุด คือ เชื้อราในจีนัส *Cladosporium* ซึ่งได้แก่ *Cladosporium tenuissimum*, *Cladosporium* sp. และ *Cladosporium colombiae* รวมถึง *Aspergillus* sp. และ *Trichoderma* sp. ส่วนแบคทีเรีย ที่พบได้บ่อยที่สุด คือ *Bacillus megaterium*, *Paenibacillus illinoisensis* และ *Curtobacterium luteum*

คำสำคัญ: เชื้อราในอากาศ เชื้อแบคทีเรียในอากาศ ห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา

Abstract

This research was a survey study with the objective to survey the types of airborne fungi and bacteria in 5 microbiology laboratories, Faculty of Science, Ubon Ratchathani University, and compare the concentrations of microorganisms before and after classes. The concentrations of fungi and bacteria were measured using a Single Stage Impactor following the NIOSH Manual of Analytical Methods 0800: Bioaerosols Sampling. The identification of fungi and bacteria was performed by analyzing the nucleotide sequences of fungal ITS regions and bacterial 16S rDNA regions, respectively. The results revealed that airborne microbial concentrations of all laboratories did not exceed the monitoring value according to the Notification of the Department of Health regarding Indoor Air Quality Monitoring Standards in Public Building B.E. 2565. The results of the survey and identification of airborne fungi and bacteria in all microbiology laboratories demonstrated that the most predominant fungi were those of the genus *Cladosporium*, including *Cladosporium tenuissimum*, *Cladosporium* sp. and *Cladosporium colombiae*, as well as *Aspergillus* sp. and *Trichoderma* sp. while the most predominant bacteria were *Bacillus megaterium*, *Paenibacillus illinoisensis* and *Curtobacterium luteum*.

Keywords: Airborne fungi, Airborne bacteria, Microbiology laboratory

1. บทนำ

การตรวจพบและการทราบถึงปริมาณจุลินทรีย์ในอากาศของห้องปฏิบัติการ สามารถบ่งบอกถึงความเสี่ยงด้านสุขภาพของผู้ใช้ห้องปฏิบัติการ ได้แก่ นักศึกษา อาจารย์ นักวิทยาศาสตร์ และผู้เข้าใช้งานคนอื่น ๆ [1] รายงานวิจัยก่อนหน้านี้ พบว่า แบคทีเรียที่ตรวจพบภายในอาคาร ส่วนใหญ่เป็นแบคทีเรียที่พบได้ทั่วไปในสิ่งแวดล้อม เป็นแบคทีเรียประจำถิ่นในร่างการมนุษย์ เช่น ผิวน้ำ จมูก ปาก และ หู เป็นต้น และพบว่าเป็นแบคทีเรียที่มาจากภายนอกอาคารได้ [2] นอกจากนี้ชนิดของแบคทีเรียที่มีรายงานการตรวจพบในอาคาร ได้แก่ *Corynebacterium* spp., *Streptococcus* spp., *Staphylococcus* spp. และ *Micrococcus* spp. ซึ่งแบคทีเรียดังกล่าวบางสปีชีส์ก่อให้เกิดโรคในคนได้ [3] เชื้อราที่ตรวจพบในอาคาร สามารถพบและเจริญและใช้สารอาหารได้จากวัสดุ ซึ่งเป็นโครงสร้างต่าง ๆ ของอาคาร หนังสือ ไม้ สีทาอาคาร อาหาร และน้ำมันที่ใช้ในการประกอบอาหาร เป็นต้น [4] ซึ่งปริมาณของเชื้อราจะแปรผันกับฤดูกาล โครงสร้างของอาคาร อายุของอาคาร และระบบการระบายอากาศของอาคาร เป็นต้น งานวิจัยก่อนหน้านี้มีการรายงานถึงเชื้อราที่พบในอากาศ ได้แก่ *Aspergillus*, *Penicillium*, *Stachybotrys*, *Cladosporium*, *Alternaria*, *Trichoderma* และยีสต์ ที่สามารถพบได้ทั้งภายในและภายนอกอาคาร ซึ่งบางชนิดสามารถสร้างสารพิษทำให้เกิดโรคติดเชื้อ และอาการภูมิแพ้ในคนได้ [5]

จากการสำรวจเบื้องต้นภายในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี พบว่า ลักษณะภายในห้องปฏิบัติการทุกห้องล้วนมีลักษณะเป็นห้องสี่เหลี่ยม โครงสร้างของห้องปฏิบัติการแต่ละห้องเป็นปูนซีเมนต์ มีเคา์โครงการเดินท่อน้ำภายในห้องปฏิบัติการ CBL 1201, CBL 1202 และ CBL 1203 ส่วนห้องปฏิบัติการ CBL 1301 และ CBL 1302 ไม่มีการเดินท่อน้ำภายในห้อง ลักษณะการใช้งาน คือ ใช้ในการเรียนการสอนปฏิบัติการด้านจุลชีววิทยา อาคารมีอายุการใช้งาน 34 ปี ซึ่งจากห้องปฏิบัติการทุกห้องที่ผู้วิจัยได้สำรวจล้วนพบเชื้อราตามฝ้า ผง ชั้นวางอุปกรณ์มากกว่า 2 แห่งขึ้นไปของแต่ละห้อง ซึ่งคุณภาพอากาศภายในอาคารในพื้นที่ปิดนั้น อาจได้รับอิทธิพลจากปัจจัยทางกายภาพหลายอย่าง เช่น ความเร็วลม อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ รวมถึงปัจจัยทางเคมี นอกจากนี้อุณหภูมิในอากาศที่มีจุลินทรีย์ เช่น แบคทีเรีย รา และไวรัส ถือเป็นปัญหาต่อคุณภาพอากาศภายในอาคารเช่นกัน [6], [7]

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะสำรวจ และศึกษาชนิดของเชื้อราและเชื้อแบคทีเรียในอากาศของห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จำนวน 5 ห้อง ได้แก่ ห้องปฏิบัติการ CBL 1201, CBL 1202, CBL 1203, CBL 1301 และ CBL 1302 เพื่อให้ได้ข้อมูลที่จะอ้างอิงถึงความปลอดภัยต่อสุขภาพของผู้ใช้งานห้องปฏิบัติการดังกล่าว

2. วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

2.1. วิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการศึกษาเชิงสำรวจ (Survey research) โดยตรวจวัดปริมาณและชนิดของแบคทีเรียและเชื้อราภายในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

2.2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

จำนวนห้องที่ใช้ในการศึกษา คือ ห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่ใช้ในการเรียนการสอน จำนวนทั้งหมด 5 ห้อง ได้แก่ CBL 1201, CBL 1202, CBL 1203, CBL 1301 และ CBL 1302

2.3. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

เครื่องตรวจวัด Single Stage Impactor ตาม NIOSH Manual of Analytical Methods 0800: Bioaerosols Sampling บั๊มดูดอากาศ (Sampling pump) ที่มีอัตราการไหล 28.3 ลิตรต่อนาที (ยี่ห้อ Zefon, ประเทศสหรัฐอเมริกา) เครื่องมือใช้วัดความเร็วลม (Anemometer) TSI รุ่น 95455-A Serial Number 9545A1409006 อาหารเลี้ยงเชื้อ 2 ชนิด คือ Malt extract agar (MEA) และ Trypticase soy agar (TSA) (Himedia) แบบบันทึกการเก็บตัวอย่างเชื้อราและแบคทีเรีย แบบบันทึกการเก็บตัวอย่างอากาศ (Air sampling data form) และ แบบสำรวจแหล่งกำเนิดจุลินทรีย์แขวนลอยในอากาศ

2.4. การดำเนินการรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการรวบรวมข้อมูลมีขั้นตอน ดังนี้

1. ทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ผ่านคณบดีคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ในการเก็บตัวอย่างในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จำนวน 5 ห้องปฏิบัติการ

2. การเก็บตัวอย่างเชื้อราและแบคทีเรีย

การกำหนดจุดเก็บตัวอย่างด้วยการเดินสำรวจเบื้องต้น (Walk through survey) ดูลักษณะของห้องปฏิบัติการ การทำกิจกรรมต่าง ๆ ภายในห้องที่อาจทำให้เกิดการสะสมของเชื้อ และเชื่อมโยงการเจริญเติบโตได้ดี โดยกำหนดจุดการเก็บตัวอย่างตาม Manual of Analytical Methods 0800: Bioaerosols Sampling [8] ห้องละ 3 จุด เก็บตัวอย่างจุดละ 2 นาที (เก็บซ้ำ 2 รอบ) โดยทำการเก็บตัวอย่างในช่วงก่อนเรียน (08.30 น.) และหลังเลิกเรียน (16.30 น.) แต่ละจุดเก็บตัวอย่างเชื้อรา 2 จาน เก็บ

ตัวอย่างแบคทีเรีย 2 จาน Field blank 2 จาน (เชื้อรา 1 จาน และแบคทีเรีย 1 จาน) นำค่าที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย และเก็บตัวอย่างตามจุดต่อไปนี้

จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 หน้าห้อง เก็บแบคทีเรียและเชื้อรา

จุดเก็บตัวอย่างที่ 2 กลางห้อง เก็บแบคทีเรียและเชื้อรา

จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 หลังห้อง (มุมอับ) เก็บแบคทีเรียและเชื้อรา

ทำการเก็บตัวอย่างเชื้อราและแบคทีเรียในอากาศโดยใช้เครื่องตรวจวัด Single Stage Impactor เป็นเวลา 2 นาทีต่อจุด ใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ Malt extract agar (MEA) ในการเก็บตัวอย่างเชื้อรา และ Trypticase soy agar (TSA) ในการเก็บตัวอย่างเชื้อแบคทีเรีย

นำตัวอย่างเชื้อที่ได้เก็บตัวอย่างจากแต่ละจุด โดยเชื้อรานำไปบ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง แบคทีเรียนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำไปนับจำนวนโคโลนี และบันทึกผลการทดลอง

3. การสำรวจชนิดของเชื้อราในอากาศของห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา

นำเชื้อราที่คัดเลือกได้มาศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของโคโลนี โดยนำเส้นใยของเชื้อรา มาเพาะเลี้ยงลงบนจานอาหาร MEA นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5-7 วัน จากนั้นนำเชื้อราที่ได้ไปศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของเซลล์ใต้กล้องจุลทรรศน์ โดยการนำเชื้อราไปเพาะเลี้ยงบนแผ่นสไลด์ (Slide culture) จากนั้นเตรียมสไลด์เชื้อรา แล้วนำไปส่องดูลักษณะสัณฐานวิทยาของเซลล์ใต้กล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 400 เท่า

นำเชื้อราที่คัดเลือกได้ไประบุชนิดด้วยการวิเคราะห์ลำดับของสารพันธุกรรม โดยทำการสกัดสารพันธุกรรมจากเชื้อราด้วยชุดสกัดสารพันธุกรรม InstaGene Matrix (Bio-Rad) จากนั้นนำสารพันธุกรรมของเชื้อราไปวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ของสารพันธุกรรมของเชื้อรา บริเวณ Internal transcribed spacer (ITS) ด้วยวิธี ITS region sequencing analysis (MacroGen)

การระบุชนิดของเชื้อรา ดำเนินการโดยนำลำดับนิวคลีโอไทด์ของบริเวณ ITS ของเชื้อรา มาเปรียบเทียบกับลำดับนิวคลีโอไทด์ที่มีอยู่ในฐานข้อมูลของ GenBank โดยใช้โปรแกรม Blast [9] เพื่อระบุชนิดของเชื้อรา

4. การสำรวจชนิดของเชื้อแบคทีเรียในอากาศของห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา

นำแบคทีเรียที่คัดเลือกได้ มาศึกษาลักษณะพื้นฐานวิทยาของโคลิไน โดยนำแบคทีเรียมาขีดลากด้วยวิธี Cross streak ลงบนจานอาหาร TSA นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นนำแบคทีเรียที่ได้ไปศึกษาลักษณะพื้นฐานวิทยาของเซลล์ได้กล้องจุลทรรศน์ โดยการนำแบคทีเรียไปย้อมสีแบคทีเรียแบบแกรม (Gram staining) แล้วนำไปส่องดูลักษณะพื้นฐานวิทยาของเซลล์ได้กล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 1000 เท่า

นำแบคทีเรียที่คัดเลือกได้ไปสกัดสารพันธุกรรมด้วยชุดสกัดสารพันธุกรรม InstaGene Matrix (Bio-Rad) จากนั้นนำสารพันธุกรรมของแบคทีเรียไปวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณ 16S rDNA ด้วยวิธี 16S rDNA region sequencing analysis (Macrogen)

การระบุชนิดชนิดแบคทีเรีย ดำเนินการโดยนำลำดับนิวคลีโอไทด์ของบริเวณ 16S rDNA ของแบคทีเรีย มาเปรียบเทียบกับลำดับนิวคลีโอไทด์ที่มีอยู่ในฐานข้อมูลของ GenBank โดยใช้โปรแกรม Blast [9] เพื่อระบุชนิดของแบคทีเรีย

2.5. วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

1. นำจำนวนโคลิไนของเชื้อราและแบคทีเรียที่นับได้แต่ละจานเพาะเชื้อไปคำนวณให้อยู่ในหน่วยโคลิไนต่อลูกบาศก์เมตรอากาศ (CFU/m³) ดังแสดงในสมการ

$$CFU/m^3 = \frac{\text{จำนวนโคลิไนที่นับได้ในจานเลี้ยงเชื้อ}}{\text{ปริมาตรอากาศทั้งหมด}} \times 1,000$$

เมื่อ

CFU/m³ คือ จำนวนโคลิไนต่อลูกบาศก์เมตรอากาศ
ปริมาตรอากาศทั้งหมด คือ ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่าง (นาที่) × อัตราการดูดอากาศช่วงเก็บตัวอย่าง (ลิตรต่อนาที่)

2. บันทึกผลการตรวจวัดข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูล

3. เปรียบเทียบค่าที่ได้กับประกาศของกรมอนามัย เรื่อง ค่าเฝ้าระวังคุณภาพอากาศภายในอาคารสาธารณะ พ.ศ. 2565 ค่าคำแนะนำของประเทศสิงคโปร์ และคำแนะนำของ NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health)

3. ผลการวิจัย

3.1. ผลสำรวจสถานที่ในการตรวจวัดความเข้มข้นของเชื้อราและแบคทีเรียในอากาศภายในและภายนอกห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา

ห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาทั้ง 5 ห้อง มีลักษณะห้องเป็นสี่เหลี่ยมที่มีโต๊ะใช้สำหรับการทำปฏิบัติการหรือการเรียนการสอน ขนาดห้อง จำนวนผู้เข้าใช้ห้องปฏิบัติการที่แตกต่างกันออกไป อุปกรณ์ทำปฏิบัติการ เครื่องมือที่ใช้มีความแตกต่างกัน ประเภทของระบบทำความเย็นและระบบระบายอากาศแตกต่างกันออกไป จากการทำแบบสำรวจแหล่งกำเนิดเชื้อของแต่ละห้องปฏิบัติการ พบว่า มีการใช้ระบบทำความเย็นและระบบระบายอากาศ จำนวนผู้เข้าใช้ห้องปฏิบัติการ และความสะอาดของห้องปฏิบัติการ ดังแสดงใน Table 1

3.2. ผลการตรวจวัดปริมาณเชื้อราและแบคทีเรียในอากาศห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา

ปริมาณเชื้อราและแบคทีเรียในอากาศห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา การเก็บตัวอย่างเชื้อราและเชื้อแบคทีเรียในอากาศทั้งภายในและภายนอกห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา ก่อนเริ่มเรียนและหลังเลิกเรียน ทั้งหมด 5 ห้อง ผลการตรวจวัด พบว่า ปริมาณจุลินทรีย์ในอากาศของห้องปฏิบัติการทุกห้องมีปริมาณไม่เกินค่าเฝ้าระวังของประกาศกรมอนามัย เรื่อง ค่าเฝ้าระวังคุณภาพอากาศภายในอาคารสาธารณะ พ.ศ. 2565 ซึ่งค่าเฝ้าระวัง คือ น้อยกว่า 500 CFU/m³ ผลการตรวจวัดดังแสดงใน Table 2

3.3. การระบุชนิดเชื้อราที่ปนเปื้อนในอากาศห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา (ก่อนเริ่มเรียน)

จากการตรวจนับปริมาณเชื้อราในอากาศห้องปฏิบัติการในช่วงเวลาก่อนเริ่มเรียน พบว่า ปริมาณของเชื้อราในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาทั้ง 5 ห้อง มีปริมาณเชื้อราน้อยกว่า 500 CFU/m³ ในห้องปฏิบัติการ CBL 1301 มีปริมาณเชื้อราในอากาศสูงสุดเท่ากับ 476.05 CFU/m³ รองลงมาคือ ห้องปฏิบัติการ CBL 1203, CBL 1202, CBL 1302 และ CBL 1201 มีปริมาณเชื้อราในอากาศเท่ากับ 441.70, 416.18, 201.22 และ 172.75 CFU/m³ ตามลำดับ จากนั้นคัดเลือกเชื้อราที่พบมากที่สุดในแต่ละห้องปฏิบัติการไประบุชนิดต่อไป

Table 1 The environmental parameters in microbiology laboratories, Ubon Ratchathani University

Sampling location	Environmental parameters			
	Cooling system	Ventilation system	Number of laboratory users	Cleanliness of laboratory
CBL 1201	Ceiling fan	Exhaust fan	14	Clean
CBL 1202	Ceiling fan	Exhaust fan	10	Clean
CBL 1203	Ceiling fan	Exhaust fan	57	Clean
CBL 1301	Ceiling fan	Exhaust fan	4	Clean
CBL 1302	Air conditioner	Exhaust fan	7	Clean

Table 2 Airborne fungal and bacterial concentrations in microbiology laboratories

Sampling location	Airborne fungal concentration (CFU/m ³)				Airborne bacteria concentration (CFU/m ³)			
	Before class		After class		Before class		After class	
	Indoor	Outdoor	Indoor	Outdoor	Indoor	Outdoor	Indoor	Outdoor
CBL 1201	172.75	497.64	120.73	285.63	127.60	38.30	37.30	20.61
CBL 1202	416.18	497.64	333.73	285.63	89.32	38.30	32.40	20.61
CBL 1203	441.70	497.64	381.82	285.63	51.04	38.30	189.44	20.61
CBL 1301	476.05	382.80	365.14	297.41	87.36	85.40	96.20	20.61
CBL 1302	201.22	382.80	174.72	297.41	84.41	85.40	149.20	20.61
Mean	341.58	451.70	275.23	290.34	87.95	57.14	100.91	20.61
Max	476.05	497.64	381.82	297.41	127.60	85.40	189.44	20.61
Min	172.75	382.80	120.73	285.63	51.04	38.30	32.40	20.61
SD	143.07	62.90	119.21	6.45	27.15	25.80	68.80	0.00

เชื้อราที่พบบ่อยในห้องปฏิบัติการในช่วงเวลาก่อนเรียน พบว่า ห้องปฏิบัติการ CBL 1301 เป็นเชื้อราในจีนัส *Trichoderma* sp. ห้องปฏิบัติการ CBL 1203 เป็นเชื้อรา *Cladosporium tenuissimum* ห้องปฏิบัติการ CBL 1202 เป็นเชื้อราชนิดที่ยังไม่สามารถระบุจีนัสของเชื้อราได้ ห้องปฏิบัติการ CBL 1302 เป็นเชื้อราในจีนัส *Cladosporium* sp. และ ห้องปฏิบัติการ CBL 1201 เป็นเชื้อรา *Cladosporium tenuissimum* ดังแสดงใน Table 3

3.4. การระบุชนิดเชื้อราที่ปนเปื้อนในอากาศห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา (หลังเลิกเรียน)

จากการตรวจนับปริมาณเชื้อราในอากาศห้องปฏิบัติการในช่วงเวลาหลังเลิกเรียน พบว่า ปริมาณของเชื้อราในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาทั้ง 5 ห้อง มีปริมาณเชื้อราน้อยกว่า 500 CFU/m³ ในห้องปฏิบัติการ CBL 1203 มีปริมาณเชื้อราในอากาศสูงสุดเท่ากับ 381.82 CFU/m³ รองลงมา คือ ห้องปฏิบัติการ CBL 1301, CBL 1202, CBL 1302 และ CBL

1201 มีปริมาณเชื้อราในอากาศเท่ากับ 365.14, 333.73, 174.72 และ 120.73 CFU/m³ ตามลำดับ จากนั้นคัดเลือกเชื้อราที่พบมากที่สุดในแต่ละห้องปฏิบัติการไประบุชนิดต่อไป

เชื้อราที่พบบ่อยในห้องปฏิบัติการในช่วงเวลาหลังเลิกเรียน พบว่า ห้องปฏิบัติการ CBL 1203 เป็นเชื้อรา *Cladosporium tenuissimum* ห้องปฏิบัติการ CBL 1301 เป็นเชื้อรา *Cladosporium colombiae* ห้องปฏิบัติการ CBL 1202 เป็นเชื้อราในจีนัส *Aspergillus* sp. ห้องปฏิบัติการ CBL 1302 เป็นเชื้อราในจีนัส *Aspergillus* sp. และ ห้องปฏิบัติการ CBL 1201 เป็นเชื้อรา *Cladosporium tenuissimum* ดังแสดงใน Table 3

3.5. การระบุชนิดของเชื้อแบคทีเรียที่ปนเปื้อนในอากาศห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา (ก่อนเริ่มเรียน)

จากการตรวจนับปริมาณเชื้อแบคทีเรียในอากาศห้องปฏิบัติการในช่วงเวลาก่อนเริ่มเรียน พบว่า ปริมาณของเชื้อแบคทีเรียในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาทั้ง 5 ห้อง มีปริมาณแบคทีเรียน้อยกว่า 500 CFU/m³ ในห้องปฏิบัติการ CBL 1201 มีปริมาณแบคทีเรียในอากาศสูงสุดเท่ากับ 127.60 CFU/m³ รองลงมาคือ ห้องปฏิบัติการ CBL 1202, CBL 1301, CBL 1302 และ CBL 1203 มีปริมาณแบคทีเรียในอากาศเท่ากับ 89.32, 87.36, 84.41 และ 51.04 CFU/m³ ตามลำดับ จากนั้นคัดเลือกเชื้อแบคทีเรียที่พบมากที่สุดในแต่ละห้องปฏิบัติการไประบุชนิดต่อไป

เชื้อแบคทีเรียที่พบบ่อยในห้องปฏิบัติการในช่วงเวลา ก่อนเรียน พบว่า ห้องปฏิบัติการ CBL 1201 และ CBL 1202 เป็นแบคทีเรีย *Bacillus megaterium* ห้องปฏิบัติการ CBL 1301 และ CBL 1302 เป็นแบคทีเรียแกรมบวกยังไม่สามารถระบุชนิดได้ ห้องปฏิบัติการ และ ห้องปฏิบัติการ CBL 1203 เป็นแบคทีเรีย *Paenibacillus illinoisensis* ดังแสดงใน Table 4

3.6. การระบุชนิดของเชื้อแบคทีเรียที่ปนเปื้อนในอากาศห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา (หลังเลิกเรียน)

จากการตรวจนับปริมาณเชื้อแบคทีเรียในอากาศห้องปฏิบัติการในช่วงเวลาหลังเลิกเรียน พบว่า ปริมาณของเชื้อแบคทีเรียในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาทั้ง 5 ห้อง มีปริมาณแบคทีเรียน้อยกว่า 500 CFU/m³ ในห้องปฏิบัติการ CBL 1203 มีปริมาณแบคทีเรียในอากาศสูงสุดเท่ากับ 189.44 CFU/m³ รองลงมาคือ ห้องปฏิบัติการ CBL 1302, CBL 1301,

CBL 1201 และ CBL 1202 มีปริมาณแบคทีเรียในอากาศเท่ากับ 149.20, 96.20, 37.30 และ 32.40 CFU/m³ ตามลำดับ จากนั้นคัดเลือกเชื้อแบคทีเรียที่พบมากที่สุดในแต่ละห้องปฏิบัติการไประบุชนิดต่อไป

เชื้อแบคทีเรียที่พบบ่อยในห้องปฏิบัติการในช่วงเวลาหลังเลิกเรียน พบว่า ห้องปฏิบัติการ CBL 1203 เป็นแบคทีเรีย *Curtobacterium luteum* ห้องปฏิบัติการ CBL 1302, CBL 1301, CBL 1201 และ CBL 1202 เป็นแบคทีเรีย *Bacillus megaterium* ดังแสดงใน Table 4

เมื่อนำไปสรุปเปรียบเทียบกับชนิดของเชื้อราและแบคทีเรียที่ตรวจพบในอากาศห้องปฏิบัติการในรายการวิจัยก่อนหน้านี้ ดังแสดงใน Table 5 พบว่า เชื้อราที่ตรวจพบในอากาศห้องปฏิบัติการในครั้งนี้ ได้แก่ *Cladosporium* sp. และ *Aspergillus* sp. เชื้อแบคทีเรีย ได้แก่ แบคทีเรียในจีนัส *Bacillus* sp. เป็นเชื้อราและแบคทีเรียที่ตรวจพบในอากาศคล้ายคลึงกับห้องปฏิบัติการที่มีการรายงานวิจัยก่อนหน้านี้ [2], [10]-[13]

4. อภิปรายผลการวิจัย

4.1. ปริมาณเชื้อราและแบคทีเรียในอากาศห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา

เมื่อทำการศึกษาปริมาณเชื้อราและเชื้อแบคทีเรียในอากาศภายในและภายนอกห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา พบว่า ปริมาณความเข้มข้นของเชื้อราในอากาศภายในห้องปฏิบัติการก่อนเริ่มเรียนพบมากที่สุดที่ห้องปฏิบัติการ CBL 1301 มีจำนวนสูงสุดเท่ากับ 476.05 CFU/m³ และหลังเลิกเรียนพบมากที่สุดที่ห้องปฏิบัติการ CBL 1203 มีจำนวนสูงสุดเท่ากับ 381.82 CFU/m³ (Table 2) และปริมาณเชื้อแบคทีเรียในอากาศภายในห้องปฏิบัติการก่อนเริ่มเรียนพบมากที่สุดที่ห้องปฏิบัติการ CBL 1201 มีจำนวนสูงสุดเท่ากับ 127.60 CFU/m³ และหลังเลิกเรียนพบมากที่สุดที่ห้องปฏิบัติการ CBL 1203 มีจำนวนสูงสุดเท่ากับ 189.44 CFU/m³ (Table 2) ซึ่งแต่ละห้องไม่เกินมาตรฐานเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่าเฝ้าระวังตามประกาศกรมอนามัย เรื่อง ค่าเฝ้าระวังคุณภาพอากาศภายในอาคารสาธารณะ พ.ศ. 2565 ค่าเฝ้าระวังเชื้อรา รวมและเชื้อแบคทีเรียรวมอยู่ที่ 500 CFU/m³ จากผลการวิจัยพบว่า ที่ระดับความเข้มข้นของเชื้อราในอากาศภายในห้องปฏิบัติการทั้ง 5 ห้อง มีค่าที่ไม่เกินค่ามาตรฐานซึ่งแสดงว่าอากาศภายในห้องปฏิบัติการไม่มีปัญหาในด้านคุณภาพอากาศ

Table 3 Airborne fungi found in microbiology laboratories

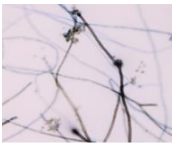
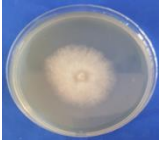
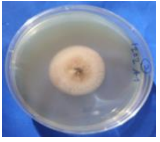
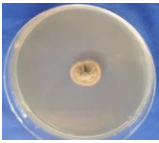
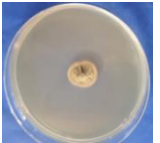
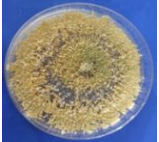
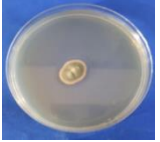
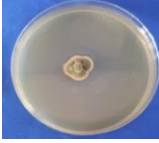
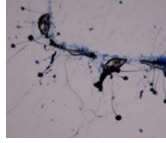
Location	Before class		After class	
	Fungal colony on MEA (a) and Cell morphology under light microscope at 400X magnification (b)	The most predominant airborne fungi in laboratory	Fungal colony on MEA (a) and Cell morphology under light microscope at 400X magnification (b)	The most predominant airborne fungi in laboratory
CBL 1201	 a.  b.	<i>Cladosporium tenuissimum</i>	 a.  b.	<i>Cladosporium tenuissimum</i>
CBL 1202	 a.  b.	Unknown fungi (Similar to <i>Aspergillus</i> sp.)	 a.  b.	<i>Aspergillus</i> sp.
CBL 1203	 a.  b.	<i>Cladosporium tenuissimum</i>	 a.  b.	<i>Cladosporium tenuissimum</i>
CBL 1301	 a.  b.	<i>Trichoderma</i> sp.	 a.  b.	<i>Cladosporium colombiae</i>
CBL 1302	 a.  b.	<i>Cladosporium</i> sp.	 a.  b.	<i>Aspergillus</i> sp.

Table 4 Airborne bacteria found in microbiology laboratories

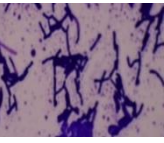
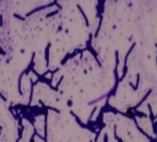
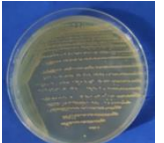
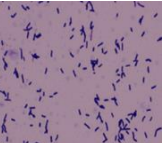
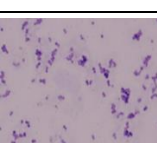
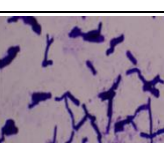
Location	Before class		After class	
	Bacterial colony on TSA (a) and Cell morphology under light microscope at 1,000X magnification (b)	The most predominant airborne bacteria in laboratory	Bacterial colony on TSA (a) and Cell morphology under light microscope at 1,000X magnification (b)	The most predominant airborne bacteria in laboratory
CBL 1201	 a.  b.	<i>Bacillus megaterium</i>	 a.  b.	<i>Bacillus megaterium</i>
CBL 1202	 a.  b.	<i>Bacillus megaterium</i>	 a.  b.	<i>Bacillus megaterium</i>
CBL 1203	 a.  b.	<i>Paenibacillus illinoisensis</i>	 a.  b.	<i>Curtobacterium luteum</i>
CBL 1301	 a.  b.	Unknown bacteria (Gram positive bacilli)	 a.  b.	<i>Bacillus megaterium</i>
CBL 1302	 a.  b.	Unknown bacteria (Gram positive cocci)	 a.  b.	<i>Bacillus megaterium</i>

Table 5 Indoor airborne fungi and bacteria previously reported and presented in this study

Sampling Location	Airborne fungi	Airborne bacteria	Reference
University laboratories (Medical science laboratories) in Thailand	<i>Aspergillus</i> sp., <i>Penicillium</i> sp.	<i>Staphylococcus</i> sp., <i>Bacillus</i> sp.	[10]
University laboratories (Microbiology, Chemistry, Hematology, Immunology) in Thailand	<i>Penicillium</i> spp., <i>Curvularia</i> spp., <i>Rhizopus</i> spp., <i>Cladosporium</i> spp.	<i>Micrococcus</i> spp., <i>Bacillus</i> spp., Gram negative bacilli	[2]
University laboratories (Food technology, Food microbiology, Food analysis, Biology, Environmental science and Environmental chemistry) in Thailand	<i>Aspergillus</i> sp., <i>Penicillium</i> sp., <i>Cladosporium</i> sp., <i>Curvularia</i> sp.	<i>Bacillus</i> sp., <i>Staphylococcus</i> sp.	[11]
University laboratories (Biology, Chemistry, Biochemistry, Physic, Food microbiology, Physiology and Anatomy) in Thailand	<i>Penicillium</i> sp., <i>Aspergillus</i> sp., <i>Curvularia</i> sp., <i>Cladosporium</i> sp.	<i>Bacillus</i> sp., <i>Staphylococcus aureus</i> , Gram negative bacilli	[12]
University laboratories (Microbiology laboratories) in Thailand	<i>Cladosporium</i> sp., <i>Cladosporium</i> <i>tenuissimum</i> , <i>Cladosporium colombiae</i> , <i>Aspergillus</i> sp., <i>Trichoderma</i> sp.	<i>Bacillus megaterium</i> , <i>Paenibacillus</i> <i>illinoisensis</i> , <i>Curtobacterium luteum</i>	In this present study
College campus (Classroom, Washroom, Canteen, Library, Environmental lab, Seminar hall) in India	<i>Cladosporium</i> , <i>Aspergillus</i> , <i>Penicillium</i> , <i>Rhizopus</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Mucor</i> , <i>Alternaria</i> (Indoor and outdoor)	-	[13]
Hospital (Critical hospital areas)	<i>Aspergillus</i> , <i>Penicillium</i> , <i>Cladosporium</i> , <i>Fusarium</i> , Yeast (<i>Candida</i>)	-	[14]
Hospital (Examining wards) in Thailand	-	<i>Staphylococcus</i> sp., <i>Corynebacterium</i> sp., <i>Streptococcus</i> sp.	[15]

4.2. การสำรวจชนิดเชื้อราในอากาศห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา

การสำรวจชนิดเชื้อราที่พบบ่อยในห้องปฏิบัติการก่อนเริ่มเรียน พบว่า เชื้อราที่พบบ่อยที่สุดในแต่ละห้องปฏิบัติการ คือ *Cladosporium tenuissimum*, unknown fungi (คล้ายคลึงกับเชื้อราในจีนัส *Aspergillus* sp.), *Trichoderma* sp. และ *Cladosporium* sp. (Table 3)

การสำรวจชนิดของเชื้อราที่พบบ่อยในห้องปฏิบัติการหลังเลิกเรียน พบว่า เชื้อราที่พบบ่อยที่สุดในแต่ละห้องปฏิบัติการ คือ *Cladosporium tenuissimum*, *Aspergillus* sp. และ *Cladosporium colombiae* (Table 3)

จากผลการสำรวจและการระบุชนิดเชื้อราในอากาศห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา ทั้งช่วงเวลาก่อนเริ่มเรียนและหลังเลิกเรียนในห้องปฏิบัติการทั้ง 5 ห้อง พบว่า ชนิดของเชื้อราที่พบบ่อยที่สุดจากห้องปฏิบัติการทั้งหมด คือ เชื้อราในจีนัส *Cladosporium* ซึ่งมีทั้ง *Cladosporium tenuissimum* ที่พบบ่อยที่สุด และยังพบ *Cladosporium colombiae* และ *Cladosporium* sp. รองลงมาคือ เชื้อราในจีนัส *Aspergillus* sp., *Trichoderma* sp. และ unknown fungi (คล้ายคลึงกับเชื้อราในจีนัส *Aspergillus* sp.) ดังแสดงใน Table 3

เชื้อราในจีนัส *Cladosporium* พบได้ทั่วไปทั่วโลกสามารถพบและคัดแยกได้จากดินและอินทรีย์วัตถุต่าง ๆ และเป็นเชื้อราที่พบได้บ่อยในอากาศ [16] เชื้อราชนิดนี้หลายสปีชีส์เป็นเชื้อราในกลุ่มเอ็นโดไฟต์ (Endophytes) ซึ่งอาศัยอยู่ในเนื้อเยื่อพืชโดยไม่ทำให้พืชแสดงอาการของโรค สามารถก่อให้เกิดโรคในพืช ก่อให้เกิดโรคในคน และสามารถเป็นปรสิตในเชื้อราชนิดอื่นได้ บางสายพันธุ์สามารถใช้ในการควบคุมโรคพืชทางชีววิธีได้ และเชื้อราในจีนัสนี้ยังสามารถสร้างสารที่มีความสำคัญทางการแพทย์และมีศักยภาพในการเป็นสารชีวภัณฑ์ในการควบคุมโรคพืชได้อีกด้วย [16] นอกจากนี้เชื้อราในจีนัสนี้เป็นเชื้อราที่พบได้ทั่วไปและพบได้เป็นปกติทั้งภายในและภายนอกอาคาร และสามารถเจริญเติบโตได้บนพื้นผิวถ้าอยู่ในสภาวะแวดล้อมที่มีความชื้น [17] รายงานวิจัยก่อนหน้านี้รายงานถึง *C. cladosporioides* และ *C. tenuissimum* เป็นเชื้อราสาเหตุทำให้เกิดโรคพืช เช่น สตรอว์เบอร์รี่ ในประเทศเกาหลี [18]

เชื้อราในจีนัส *Aspergillus* พบได้ทั่วไปในสิ่งแวดล้อม เช่น ดิน ซากพืช เมล็ดธัญพืช และทำหน้าที่เป็นผู้ย่อยสลาย เชื้อราในจีนัสนี้สามารถก่อให้เกิดโรคในคนได้ โดยบางสปีชีส์พบว่าเป็นจุลชีพพลอยโอกาสได้ เช่น *Aspergillus fumigatus*

สามารถก่อให้เกิดโรคในคนที่มีภูมิคุ้มกันบกพร่อง โดยสปอร์ของเชื้อเมื่อเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจของคนสามารถทำให้เกิดอาการภูมิแพ้ในรูปแบบต่าง ๆ ได้ และโรคติดเชื้อ *Aspergillus* ที่ปอดได้ (Pulmonary aspergillosis) [19]

เชื้อราในจีนัส *Trichoderma* เป็นเชื้อราที่พบได้ทั่วไปในดิน ชั้นส่วนของพืช ซากพืช และต้นไม้ [20] ซึ่งเชื้อราในจีนัสนี้สามารถพบได้ในพื้นที่ที่มีสภาวะภูมิอากาศแบบต่าง ๆ ทั่วโลก โดยแหล่งที่อยู่อาศัยของเชื้อราชนิดนี้ คือ ดินและไม้ที่เน่าเปื่อย [20] เชื้อราในจีนัส *Trichoderma* หลายสปีชีส์สามารถนำมาใช้ในกระบวนการเจริญของพืช และสามารถนำเชื้อราชนิดนี้ไปประยุกต์ใช้ใช้ในการใช้เป็นสารชีวภัณฑ์ในการป้องกันโรคพืชที่มีสาเหตุจากเชื้อราได้ นอกจากนี้เชื้อราชนิดนี้ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในด้านอุตสาหกรรม เช่น การผลิตเอนไซม์ การผลิตยาปฏิชีวนะ และเชื้อเพลิงทางชีวภาพได้ ในแง่ของการก่อให้เกิดโรค เชื้อราชนิดนี้ในบางสายพันธุ์เป็นจุลชีพพลอยโอกาสในการก่อโรคในคนที่มีภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่องได้ และการปนเปื้อนของเชื้อราชนิดนี้ในการเพาะเลี้ยงเห็ดจะส่งผลต่อผลผลิตของการเพาะเลี้ยงเห็ดได้ [21]

เชื้อราที่พบบ่อยที่สุดในการศึกษาครั้งนี้ คือ เชื้อรา *Cladosporium* sp. และ เชื้อรา *Aspergillus* sp. ซึ่งมีความสอดคล้องกับรายงานการตรวจพบเชื้อราทั้งสองชนิดนี้ในอากาศห้องปฏิบัติการในงานวิจัยก่อนหน้านี้ [9], [10] รวมทั้งการตรวจพบเชื้อราทั้ง 2 ชนิดนี้ในอากาศทั้งในและนอกห้องต่าง ๆ ในวิทยาลัยของประเทศอินเดีย [11]

4.3. การสำรวจชนิดเชื้อแบคทีเรียในอากาศห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา

จากผลการสำรวจและการระบุชนิดของเชื้อแบคทีเรียในอากาศห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา ทั้งช่วงเวลาก่อนเริ่มเรียนและหลังเลิกเรียนในห้องปฏิบัติการทั้ง 5 ห้อง พบว่า เชื้อแบคทีเรียที่พบบ่อยที่สุด คือ เชื้อแบคทีเรียในจีนัส *Bacillus* ซึ่งเป็น *Bacillus megaterium* ส่วนแบคทีเรียอื่น ๆ ที่พบในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ *Curtobacterium luteum*, *Paenibacillus illinoisensis*, และ unknown bacteria ดังแสดงใน Table 4

แบคทีเรียในจีนัส *Bacillus* เป็นแบคทีเรียแกรมบวกสร้างสปอร์ รูปร่างแท่ง สามารถทนในสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้ เช่น อุณหภูมิสูง pH ต่ำ สภาวะแห้ง และในสภาวะขาดสารอาหาร เป็นต้น นอกจากนี้ยังพบว่า *Bacillus* spp. มีคุณสมบัติโปรไบโอติกอีกด้วย ส่วน *Bacillus megaterium* พบได้ทั่วไปในแหล่งที่อยู่อาศัยที่แตกต่างกัน เช่น ดิน น้ำทะเล

นาข้าว น้ำผึ่ง และ น้ำนม เป็นต้น [22]

แบคทีเรียในจีนัส *Curtobacterium* สามารถคัดแยกได้จากพืชหลายชนิด และพบได้ในสิ่งแวดล้อม บางสายพันธุ์ก่อให้เกิดโรคในพืช นอกจากนี้ยังพบในตะกอนดินชายฝั่ง [23] และมีรายงานการพบการติดเชื้อในคนของแบคทีเรียชนิดนี้ บางสปีชีส์ เช่น *Curtobacterium flaccumfaciens* [24]

แบคทีเรียในจีนัส *Paenibacillus* เป็นแบคทีเรียแกรมบวก หรืออาจเป็น Gram variable มีรูปร่างแท่ง สร้างสปอร์ และได้แยกออกมาจากจีนัส *Bacillus* โดยอาศัยการวิเคราะห์ลำดับสารพันธุกรรมของยีน 16S rDNA แบคทีเรีย *Paenibacillus* สามารถคัดแยกได้จากดิน น้ำเกลือ และตะกอนดิน [25]

เชื้อแบคทีเรียที่พบบ่อยที่สุดในการศึกษานี้ คือ เชื้อแบคทีเรียในจีนัส *Bacillus* ซึ่งเป็นเชื้อแบคทีเรียที่ตรวจพบได้ในอากาศห้องปฏิบัติการหลายแห่งจากรายงานการวิจัยก่อนหน้านี้ [7]-[10] ดังแสดงใน Table 5

5. บทสรุป

จากผลการเก็บตัวอย่างแบคทีเรียและเชื้อราในอากาศในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา ทั้งหมดจำนวน 5 ห้อง ในหน่วย CFU/m³ เปรียบเทียบกับค่าเผื่อรังสีคุณภาพอากาศภายในอาคารสาธารณะ พ.ศ. 2565 พบว่า ปริมาณเชื้อราและเชื้อแบคทีเรียในทุกห้องไม่เกินค่าเผื่อรังสี และจากผลการสำรวจและการระบุชนิดเชื้อราและเชื้อแบคทีเรียในอากาศห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา พบว่า เชื้อราที่พบบ่อยที่สุด คือ เชื้อราในจีนัส *Cladosporium* ซึ่งมีทั้ง *Cladosporium tenuissimum* ที่พบบ่อยที่สุด และยังพบ *Cladosporium* sp. และ *Cladosporium colombiae* รองลงมา คือ เชื้อรา *Aspergillus* sp., *Trichoderma* sp. และ unknown fungi ส่วนเชื้อแบคทีเรียที่พบบ่อยที่สุด คือ เชื้อแบคทีเรียในจีนัส *Bacillus* ซึ่งเป็น *Bacillus megaterium* ส่วนแบคทีเรียอื่น ๆ ที่พบในห้องปฏิบัติการ คือ *Paenibacillus illinoisensis*, *Curtobacterium luteum* และ unknown Gram positive bacilli

จากข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมและกิจกรรมภายในห้องปฏิบัติการ สามารถนำมาพัฒนาแนวทางการใช้ห้องปฏิบัติการให้ปลอดภัยยิ่งขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการลดปริมาณจุลินทรีย์ในอากาศ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อสุขภาพของบุคลากรและนักศึกษา นอกจากการกำหนด

มาตรการในการจัดการห้องปฏิบัติการ เช่น การเปิดหลอด UV สัปดาห์ละ 1 ครั้งแล้ว ควรมีมาตรการเพิ่มเติม ดังนี้

- ติดตั้งระบบระบายอากาศที่มีประสิทธิภาพเพื่อหมุนเวียนอากาศภายในห้องปฏิบัติการอย่างสม่ำเสมอ
- กำหนดตารางการทำความสะอาดห้องปฏิบัติการอย่างสม่ำเสมอ โดยใช้สารทำความสะอาดที่มีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ และเน้นการทำความสะอาดพื้นผิวที่สัมผัสบ่อย
- ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นภายในห้องปฏิบัติการให้เหมาะสม เพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์
- กำหนดแนวทางปฏิบัติที่ชัดเจนสำหรับบุคลากรที่ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ เช่น การสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล และการปฏิบัติตัวตามแนวปฏิบัติของความปลอดภัยทางชีวภาพอย่างเคร่งครัด เพื่อความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงานและสิ่งแวดล้อม

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากทุนวิจัยสถาบันประจำปีงบประมาณ 2566 และขอขอบคุณภาควิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลวิจัย

7. References

- [1] Hwang, S.H. 2017. Main environmental factors affecting concentrations of Cultivable airborne bacteria in indoor laboratories over a period of one year. *Applied Ecology and Environmental Research*. 15(1): 321-333.
- [2] Muangsue, N. and Amimanan, P. 2018. Determination of airborne bacteria and fungi in the laboratories of a university. *Naresuan Phayao Journal*. 11(2), 52-55.
- [3] Bukar, A.M. and et al. 2017. Bacteriological quality assessment of indoor air of science laboratories in Ramat Polytechnic, Maiduguri Borno State. *Greener Journal of Microbiology and Antimicrobials*. 3(2): 18-21.
- [4] Ikon, G.M. and et al. 2022. Microbial assessment of indoor air quality of laboratory sections in Obong University, Obong Ntak, Nigeria. *International Journal of Research and Review*. 9(11): 345-355.

- [5] Sheik, G.B. and et al. 2015. Assessment of bacteria and fungi in air from College of Applied Medical Sciences (Male) at AD, Dawadmi, Saudi Arabia. **International Research Journal of Biological Science**. 4(9): 2278-3202.
- [6] Di Giulio, M. and et al. 2010. Indoor air quality in university environments. **Environmental Monitoring and Assessment**. 170(1): 509-517.
- [7] Hizri, A. and et al. 2015. Indoor microbial contamination and its relation to physical indoor air quality characteristics at selected libraries in Pahang. **Jurnal Teknologi**. 77(24): 39-44.
- [8] Lonon, M.K. 1998. **Bioaerosal Sampling (Indoor Air); Culturable Organisms: Bacteria, Fungi, Thermophilic Actinomycetes**. <https://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/pdfs/0800.pdf>. Accessed 14 September 2024.
- [9] National Library of Medicine National Center for Biotechnology Information. 2024. **Sequence Analysis**. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/guide/sequence-analysis/>. Accessed 14 August 2024.
- [10] Suantubtim, S. and Gamnarai, P. 2020. Exploration of environmental and airborne microorganisms in Medical Science laboratory. **Thai Science and Technology Journal**. 28(8): 1463-1472. (in Thai)
- [11] Karnjanarong, J., Phlongbanjong, W. and Hongthong, S. 2023. Monitoring of airborne microorganisms and environmental of laboratory rooms, Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Rattanakosin. **Rattanakosin Journal of Science and Technology**. 5(1), 55-63. (in Thai)
- [12] Nimana, J., Charoenrat, S. and Bunyapitaksakul, W. 2022. Microbial air contamination in laboratory rooms, Faculty of Science, Payao University. **KKU Science Journal**. 42(2): 341-349. (in Thai)
- [13] Jabeen, R. and et al. 2023. Bioaerosol assessment in indoor and outdoor environments: A case study from India. **Scientific Reports**. 13: 18066.
- [14] Belizario, J.A., Lopes, L.G. and Pires, R.H. 2021. Fungi in the indoor air of critical hospital areas: A review. **Aerobiologia**. 37: 379-394.
- [15] Chotigawin, R. and et al. 2020. Assessment of airborne bacteria concentration and type in health promoting hospitals. **Burapha Journal of Medicine**. 7(1): 47-62. (in Thai)
- [16] Salvatore, M.M., Andolfi, A. and Nicoletti, R. 2021. The genus *Cladosporium*: A rich source of diverse and bioactive natural compounds. **Molecules**. 26(13): 3959.
- [17] Sandoval-Denis, M. and et al. 2015. *Cladosporium* species recovered from clinical samples in the United States. **Journal of Clinical Microbiology**. 53: 2990-3000.
- [18] Nam, M.H. and et al. 2015. *Cladosporium cladosporioides* and *C. tenuissimum* cause blossom blight in strawberry in Korea. **Mycobiology**. 43(3): 354-359.
- [19] Kousha, M., Tadi, R. and Soubani, A.O. 2011. Pulmonary aspergillosis: A clinical review. **European Respiratory Review**. 20(121): 156-174.
- [20] Samuels, G.J. 1996. *Trichoderma*: A review of biology and systematics of the genus. **Mycological Research**. 100(8): 923-935.
- [21] Solanki, P. and Nallanchakravarthula, S. 2017. Beneficial and harmful aspects of *Trichoderma*: A review. **International Journal of Scientific Research in Science and Technology**. 3(6): 569-577.
- [22] Hur, A. and et al. 2024. *Bacillus megaterium*: Evaluation of chemical nature of metabolites and their antioxidant and agronomics properties. **International Journal of Molecular Sciences**. 25(6): 3235.
- [23] Evseev, P. and et al. 2022. *Curtobacterium* spp. and *Curtobacterium flaccumfaciens*: Phylogeny, genomics-based taxonomy, pathogenicity, and diagnostics. **Current Issues in Molecular Biology**. 44(2): 889-927.

- [24] Francis, M.J. and et al. 2011. *Curtobacterium flaccumfaciens* septic arthritis following puncture with a Coxspur Hawthorn thorn. **Journal of Clinical Microbiology**. 49(7): 2759-2760.
- [25] Saez-Nieto, J.A. and et al. 2017. *Paenibacillus* spp. isolated from human and environmental samples in Spain: Detection of 11 new species. **New Microbes and New Infections**. 19: 19-27.