

การตรวจสอบคุณภาพอากาศทางจุลินทรีย์และสภาพแวดล้อม  
ของห้องปฏิบัติการคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์  
Monitoring of Airborne Microorganisms and Environmental  
of Laboratory Rooms, Faculty of Science and Technology,  
Rajamangala University of Technology Rattanakosin

จารุพัฒน์ กาญจนรงค์<sup>1\*</sup> วิจิตรา ปล้องบรรจง<sup>2</sup> และ ศักดิ์ชัย หงษ์ทอง<sup>3</sup>

<sup>1</sup>สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

<sup>2</sup>สาขาวิทยาการแปรรูปและการประกอบอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

<sup>3</sup>สาขาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏราชชนนครินทร์

E-mail: <sup>1\*</sup>jarupat.kan@rmutr.ac.th, <sup>2</sup>vijitra.plo@rmutr.ac.th <sup>3</sup>sakchai.hon@rru.ac.th

บทคัดย่อ

จุลินทรีย์ในอากาศเป็นปัจจัยที่ต้องคำนึงและมีความเสี่ยงสูงต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ ถ้าคุณภาพของอากาศภายในอาคารต่ำกว่าค่ามาตรฐาน จะส่งผลทำให้จุลินทรีย์เจริญเติบโตและสามารถแพร่กระจายภายในอาคารได้ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบปริมาณและชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศรวมทั้งสภาพแวดล้อมในห้องปฏิบัติการของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจำนวน 6 ห้อง ทำการทดลองโดยการเก็บเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศ คือแบคทีเรียและเชื้อรา ด้วยหลักการ settle plate ใน 2 ช่วงเวลา คือเช้าและบ่าย เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์ รวมทั้งตรวจวัดปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิและความเข้มแสง ที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณเชื้อแบคทีเรียเฉลี่ยในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยามีค่าสูงที่สุด เท่ากับ 76.5 CFU/dm<sup>2</sup>/h และพบเชื้อแบคทีเรียเฉลี่ยในห้องปฏิบัติการอื่นในช่วงระหว่าง 1.6 – 43.0 CFU/dm<sup>2</sup>/h นอกจากนี้พบปริมาณเชื้อราเฉลี่ยในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาสูงที่สุด

\* Corresponding author, e-mail: jarupat.kan@rmutr.ac.th

เช่นกัน มีค่าเท่ากับ 28.3 CFU/dm<sup>2</sup>/h และเชื้อราเฉลี่ยในห้องปฏิบัติการอื่นในช่วงระหว่าง 4.7-23.6 CFU/dm<sup>2</sup>/h ที่สภาวะแวดล้อมที่มีค่าความชื้นสัมพัทธ์ (37.4 – 50.2 %RH) อุณหภูมิ (26.6 – 28.1 °C) และค่าความสว่าง (447 – 687 Lux) เมื่อเปรียบเทียบปริมาณจุลินทรีย์ที่ได้กับเกณฑ์ค่าดัชนีปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศ (Index of Microbial Air Contamination, IMA) พบว่าห้องปฏิบัติการทั้ง 6 ห้อง มีปริมาณจุลินทรีย์เฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ปานกลางถึงดีมาก โดยพบชนิดของเชื้อแบคทีเรีย คือ *Bacillus* sp. สูงที่สุด รองลงมาคือ *Staphylococcus* sp. นอกจากนี้ พบเชื้อรา เช่น *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp. *Cladosporium* sp. และ *Curvularia* sp. เป็นต้น ซึ่งสามารถพบได้ในสภาพแวดล้อมของห้องปฏิบัติการ แต่จะส่งผลให้ห้องปฏิบัติการนั้นมีความเสี่ยงพบจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดปัญหาอาการภูมิแพ้ได้ง่าย และส่งผลให้ผู้ปฏิบัติงานที่มีปัญหาทางด้านระบบทางเดินหายใจอาจจะมีภาวะที่รุนแรงเพิ่มขึ้น

**คำสำคัญ:** จุลินทรีย์ในอากาศ การปนเปื้อนจุลินทรีย์ในอากาศ ดัชนีปนเปื้อนจุลินทรีย์ในอากาศ

### Abstract

Airborne microorganism is one factor that considered and poses a high risk to the health of indoor workers. Therefore, indoor air quality measurements must be constantly monitored because if the air quality is below standard, microorganisms will not be inhibited and spread throughout the facilities. The aims of this study were to investigate the microorganisms including the factors of relative humidity temperature and illuminance were measured in laboratories. The air sample of six laboratories were collected by using settle plate method in the morning and afternoon for three weeks. Also, the relative humidity, temperature and Illuminance were investigated. The results showed that the microbiology laboratory had the highest bacterium contamination of 76.5 CFU/dm<sup>2</sup>/h and other laboratories showed a value between of 1.6 – 43.0 CFU/dm<sup>2</sup>/h. Also, the fungal had the highest of 28.3 CFU/dm<sup>2</sup>/h in microbiology laboratory and other laboratories showed a value between of 4.7-23.6 CFU/dm<sup>2</sup>/h with environmental conditions of relative humidity (37.4 – 50.2 %RH), temperature (26.6 – 28.1 °C) and illuminance (447 – 687 Lux). Moreover, the index of microbial air contamination (IMA) showed a range of fair to very good in the six laboratories. A high percentage of bacteria was *Bacillus* sp. followed by *Staphylococcus* sp. In addition, the types of fungi were found of *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., *Cladosporium* sp. and *Curvularia* sp. These microorganisms are generally present in laboratory environments. However, allergy or more negative outcomes on some patients with respiratory diseases can be prevented if contamination is at safe levels.

**Keywords:** Airborne microorganism, Microbial air contamination, Index of Microbial Air Contamination

## 1. ที่มาและความสำคัญ

คุณภาพของอากาศภายในอาคารถือเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญอย่างยิ่งสำหรับผู้ปฏิบัติงาน จากการรายงานขององค์การอนามัยโลก พบว่า มลภาวะทางอากาศภายในอาคารจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานภายในอาคารนั้นๆ เนื่องจากอาคารเป็นสถานที่ที่มีคนส่วนใหญ่มักใช้ทำกิจกรรมต่าง ๆ โดยคุณภาพของอากาศภายในอาคารที่ติดนั้นต้องมีสภาพแวดล้อมการระบายอากาศที่ดี ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์อนุภาคสิ่งสกปรกและสารเคมีอินทรีย์ระเหยง่ายที่จะต้องมีความเหมาะสมไม่มากเกินไปจนส่งผลกระทบต่อสุขภาพและร่างกายของผู้ปฏิบัติงานในอาคาร [1] จากตัวอย่างสถานการณ์โรคระบาดโควิด-19 ที่รุนแรงในช่วงปี 2020-2022 ที่พบว่าคนติดเชื้อส่วนใหญ่จะรับเชื้อไวรัสจากทางอากาศ (airborne particles) มากกว่าการรับเชื้อจากการสัมผัสพื้นผิวที่ปนเปื้อนเชื้อโดยตรงถึง 1,000 เท่า [2] ดังนั้นคุณภาพของอากาศจึงเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานในอาคาร โดยส่วนใหญ่การศึกษาคุณภาพอากาศจะศึกษาภายนอกอาคาร มีการตรวจวัดคุณภาพอากาศตามจุดต่าง ๆ พร้อมอีกทั้งรายงานผลอย่างสม่ำเสมอ แต่ในหลายสถานที่หรือองค์กรยังขาดความตระหนักถึงความสำคัญของคุณภาพอากาศภายในอาคาร โดยหนึ่งในสถานที่ที่มีความสำคัญและมีความเสี่ยงสูงต่อการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ทางอากาศ คือ ห้องปฏิบัติการทางด้านวิทยาศาสตร์ [3, 4] ที่จะต้องมีการตรวจสอบควบคุม ดูแลคุณภาพของอากาศและสภาพแวดล้อมภายในตัวอาคารอย่างสม่ำเสมอ เพื่อลดปัจจัยเสี่ยงต่างๆที่อาจจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพได้

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงทำการตรวจสอบคุณภาพอากาศภายในห้องปฏิบัติการต่าง ๆ ของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพอากาศภายในอาคารกับค่าดัชนีคุณภาพอากาศมาตรฐาน รวมทั้งสำรวจสภาพแวดล้อมเพื่อหาปัจจัยเสี่ยงที่อาจจะผลกระทบต่อสุขภาพทางด้านสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานได้

## 2. วัตถุประสงค์

เพื่อตรวจสอบปริมาณและชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในอากาศรวมทั้งสำรวจสภาพแวดล้อมในห้องปฏิบัติการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

## 3. ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จุลินทรีย์ในอากาศส่วนใหญ่บางสายพันธุ์ที่พบในอาคารจะเป็นเชื้อแบคทีเรียและเชื้อรา ซึ่งเป็นเชื้อจุลินทรีย์ที่ชักนำให้เกิดอาการแพ้และทำให้เกิดโรคต่อระบบทางเดินหายใจของมนุษย์ ตัวอย่างเช่น *Staphylococcus* sp., *Micrococcus* sp., *Serratia* sp., *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., *Rhizopus* sp., *Cladosporium* sp. *Alternaria* sp. [5, 6] จากงานวิจัยที่รายงานว่าพบเชื้อจุลินทรีย์แบคทีเรียในอาคาร ห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ เช่น *Staphylococcus* sp. (72.8%) *Bacillus* sp. (78.3%) และเชื้อราจำพวก *Aspergillus* sp. *Penicillium* sp. เป็นต้น [6] และงานวิจัยที่ศึกษาการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศของห้องปฏิบัติการ มหาวิทยาลัยพายัพ ผลการทดลองพบว่า ปริมาณเชื้อแบคทีเรียเฉลี่ยที่พบในช่วงเช้าจะมีค่าสูง

กว่าในช่วงบ่าย และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณจุลินทรีย์ที่ได้กับเกณฑ์ค่าดัชนีปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศ พบว่าห้องปฏิบัติการมีปริมาณจุลินทรีย์เฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ระดับดีมากถึงแย่มาก โดยพบเชื้อจุลินทรีย์ต่าง ๆ เช่น *Bacillus* sp. *Staphylococcus aureus* แบคทีเรียแกรมลบรูปแท่ง และเชื้อรา *Penicillium* sp. เป็นต้น [6] นอกจากนี้การศึกษาค้นคว้าตรวจสอบคุณภาพอากาศในห้องเรียนของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พบว่าคุณภาพอากาศของห้องเรียนในอาคารมีหลายปัจจัยที่มีค่าเกินกว่าค่ามาตรฐานจากตัวอย่างที่เก็บในช่วงเวลาเช้าและช่วงบ่าย ได้แก่ ปริมาณแบคทีเรียต้องน้อยกว่า 500 CFU/m<sup>3</sup> ความชื้นสัมพัทธ์ที่ต้องอยู่ในช่วงมาตรฐาน (50-65 %RH) และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงมาตรฐาน (< 1000 ppm) แต่มีค่าความสว่างของห้องเรียนที่อยู่ในเกณฑ์ค่ามาตรฐาน (300 – 500 Lux). [3]

#### 4. วิธีดำเนินการวิจัย

##### 4.1 สถานที่เก็บตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างจุลินทรีย์ในอากาศภายในห้องปฏิบัติการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำนวน 6 ห้องปฏิบัติการ ได้แก่ ห้องปฏิบัติการด้านเคมีอาหารทั่วไป ห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาอาหาร ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหาร ห้องปฏิบัติการชีววิทยา ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม และห้องปฏิบัติการเคมีสิ่งแวดล้อม โดยแต่ละห้องปฏิบัติการมีขนาดเท่ากับ 15×8×3 เมตร

##### 4.2 การวัดปริมาณและวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์ในอากาศ

เก็บตัวอย่างคุณภาพอากาศภายในห้องปฏิบัติการต่าง ๆ ช่วงเดือนมกราคม ปี 2565 เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์ ในช่วงต้นของสัปดาห์ แบ่งเป็น 2 ช่วงเวลา คือ ช่วงเช้าเวลา 09:00-10:00 น. และช่วงบ่ายเวลา 13:00-14:00 น. ทำการเก็บตัวอย่างด้วยวิธี settle plate (passive air sampling) เป็นวิธีการเก็บตัวอย่างเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศโดยอาศัยหลักการแรงดึงดูดของโลก (gravitation) ด้วยการเปิดจานอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดแข็งให้สัมผัสกับอากาศในช่วงระยะเวลาที่กำหนด โดยอาศัยการเก็บตัวอย่างตามวิธีการ 1 / 1 / 1 scheme ของ index of microbial air contamination (IMA) [6, 8] ทำการทดลองใช้จานอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร เปิดจานเพาะเชื้อและให้สัมผัสกับอากาศระยะเวลา 1 ชั่วโมง ให้จานอาหารเลี้ยงเชื้อสูงจากพื้นห้อง 1 เมตร และห่างจากผนังหรือสิ่งกีดขวาง 1 เมตร ทำการวางตำแหน่งจานอาหารเลี้ยงเชื้อให้ครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมดของห้องปฏิบัติการ คำนวณการวางจานอาหารเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์จากพื้นที่ห้อง 100 ตารางฟุต/จานอาหารเลี้ยงเชื้อ [6]

การวิเคราะห์และจำแนกชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ เชื้อแบคทีเรียทำการวิเคราะห์และจำแนกโดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อแบบแข็ง nutrient agar (NA) ส่วนการวิเคราะห์และจำแนกชนิดของรา ใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ malt extract agar (MEA) หลังจากทำการเก็บตัวอย่างครบ 1 ชั่วโมง ทำการบ่มเชื้อแบคทีเรียที่สภาวะอุณหภูมิ 37±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง และสำหรับเชื้อราทำการบ่มที่สภาวะอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 120 – 168 ชั่วโมง หลังจากนั้นทำการตรวจวัดปริมาณเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราทั้งหมด คำนวณจำนวนโคโลนีและรายงานผลในหน่วย colony forming unit/ตารางเดซิเมตร/ชั่วโมง (CFU/dm<sup>2</sup>/h) ทำการ

จำแนกและแบ่งชี้ชนิดของจุลินทรีย์เบื้องต้น โดยการศึกษาลักษณะโคโลนีและรูปร่างภายใต้กล้องจุลทรรศน์ หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์และรายงานผล เปรียบเทียบกับเกณฑ์ค่าดัชนีการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศ (IMA) โดยค่าดัชนีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในอากาศสามารถแบ่งเป็น 5 ระดับ [3, 8]

#### 4.3 การวัดคุณภาพอากาศและสภาพแวดล้อม

ทำการตรวจวัดคุณภาพอากาศและสภาพแวดล้อมภายในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ ค่าอุณหภูมิ ค่าความชื้นสัมพัทธ์ โดยใช้เครื่องมือวัด Temperature and humidity data logger ยี่ห้อ Testo รุ่น 175-H1 และค่าความสว่าง โดยใช้เครื่องวัดความสว่าง ยี่ห้อ VICTOR รุ่น 1010A เปรียบเทียบคุณภาพอากาศจากสภาพแวดล้อม โดยอ้างอิงคุณภาพอากาศภายในอาคารจากคู่มือปฏิบัติการของกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข ปี 2559 และมาตรฐานด้านแสงสว่างจากสมาคมแสงสว่างแห่งประเทศไทย (TIEA) [3]

#### 4.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ค่าทางสถิติโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (descriptive statistic) แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่ออธิบายปริมาณและชนิดของจุลินทรีย์ที่พบในห้องปฏิบัติการต่างๆและเปรียบเทียบกับระดับค่ามาตรฐาน รวมทั้งใช้สถิติ paired t-test เปรียบเทียบความแตกต่างของช่วงเวลาการเก็บตัวอย่าง ด้วยโปรแกรมทางสถิติ SPSS

### 5. ผลและวิจารณ์

#### 5.1 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์และสภาพแวดล้อมในห้องปฏิบัติการ

จากการตรวจปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศทั้ง 6 ห้องปฏิบัติการ ผลการทดลองพบว่า ห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาอาหารมีปริมาณเชื้อแบคทีเรียสูงสุดในช่วงเช้า มีค่าเท่ากับ  $76.5 \pm 1.2$  CFU/dm<sup>2</sup>/h และช่วงเวลากลางวัน เท่ากับ  $43.0 \pm 0.5$  CFU/dm<sup>2</sup>/h ดังแสดงในตารางที่ 1 ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในแต่ละช่วงเวลา ( $p < 0.05$ ) (ตารางที่ 2) และพบปริมาณเชื้อแบคทีเรียสูงกว่าห้องปฏิบัติการอื่น ๆ และนอกจากนี้ยังพบปริมาณเชื้อราที่สูงที่สุดในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาอาหารเช่นเดียวกัน โดยในช่วงเวลาเช้ามามีค่าเท่ากับ  $28.3 \pm 2.4$  CFU/dm<sup>2</sup>/h และช่วงเวลากลางวัน มีค่าเท่ากับ  $20.4 \pm 2.5$  CFU/dm<sup>2</sup>/h ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในช่วงเวลา ( $p < 0.05$ ) และพบว่าห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมและเคมีสิ่งแวดล้อมไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างช่วงเวลาเช้าและบ่ายของปริมาณเชื้อราที่พบ (ตารางที่ 1) จากการศึกษาปริมาณเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราพบว่าส่วนใหญ่ในช่วงเช้าจะมีปริมาณสูงกว่าในช่วงบ่ายของห้องปฏิบัติการ เนื่องจากปัจจัยหลายประการ เช่น การถ่ายเทอากาศภายในห้อง และผลของค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่สูงกว่าในช่วงเวลาเช้าอาจจะส่งผลต่อการเจริญเติบโตที่มากขึ้นของเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งตรงกับหลาย ๆ งานวิจัยที่ทำการตรวจวัดคุณภาพอากาศในห้องปฏิบัติการพบว่าปริมาณเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราส่วนใหญ่จะมีปริมาณสูงในช่วงเวลาเช้ามามากกว่าช่วงเวลากลางวัน [3, 6] หรือการทำความสะอาด

ห้องปฏิบัติการในช่วงเวลาเช้าโดยการกวาดและถู อาจจะทำให้เชื้อจุลินทรีย์โดยเฉพาะเชื้อราที่มีสปอร์เบาสามารถฟุ้งกระจายล่องลอยในอากาศได้มากและนานยิ่งขึ้น [7]

นอกจากนี้ทำการตรวจวัดสภาพแวดล้อมในห้องปฏิบัติการ โดยการวัดอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และความสว่าง ผลการทดลองพบว่า ค่าเฉลี่ยของความชื้นสัมพัทธ์ส่วนใหญ่ในห้องปฏิบัติการมีค่าในช่วง 37.4 – 50.2 %RH ซึ่งมีค่าต่ำกว่าช่วงค่ามาตรฐาน (50 - 65 %RH) ที่อุณหภูมิประมาณ 26.8 – 28.1 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 1) [3] โดยถ้าค่าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศต่ำกว่า 40 %RH จะส่งผลทำให้เชื้อแบคทีเรียและไวรัสสามารถเจริญเติบโตเพิ่มมากขึ้น ในทางตรงกันข้ามถ้าค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงเกินไป มากกว่า 70 %RH จะส่งผลต่อการเจริญเติบโตของเชื้อราที่เพิ่มมากขึ้น การผลการทดลองที่ได้ พบว่าห้องปฏิบัติการเคมี สิ่งแวดล้อมมีค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่ต่ำ (37.4 %RH) อันเนื่องมาจากในห้องปฏิบัติการมีสารเคมีเก็บอยู่หลายชนิด ทั้งสารกลุ่มระเหยและไม่ระเหย อาจส่งผลต่อความชื้นสัมพัทธ์ที่เกิดขึ้นและส่งผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้อีกด้วย จากรายงานการศึกษาปริมาณและชนิดของเชื้อราที่แขวนลอยในอากาศภายในอาคารวิจัยและอาคารชีวภาพทั้งห้องปฏิบัติการและห้องเรียน พบว่า การเปิดหน้าต่างและประตู จะพบปริมาณเฉลี่ยของเชื้อราสูงกว่าห้องที่ไม่มีการเปิดหน้าต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และค่าเฉลี่ยของความสว่างที่ตรวจสอบได้ในห้องปฏิบัติการต่างๆ มีค่าในช่วงเท่ากับ 456 – 687 Lux ซึ่งอยู่ในช่วงค่ามาตรฐาน (300 – 500 Lux) แต่มีบางห้องปฏิบัติการที่มีค่าความสว่างสูงเกินกว่าค่ามาตรฐานเล็กน้อย (> 500 Lux) ซึ่งอาจจะส่งผลเสียต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานได้ [9]

จากการเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานดัชนีการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศ (IMA) ดังแสดงในตารางที่ 2 พบว่า ห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาอาหารมีคุณภาพอากาศระดับปานกลางถึงดี ซึ่งมีค่าน้อยที่สุดในทุกห้องปฏิบัติการที่ทำการทดสอบ ส่วนห้องปฏิบัติการอื่น ๆ มีค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในระดับดีถึงดีมาก ดังนั้นจากข้อมูลการสำรวจสภาพแวดล้อมของห้องปฏิบัติการ ทำให้ได้ข้อมูลที่สามารถนำมาวิเคราะห์ถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งแบคทีเรียและรา โดยอาจจะส่งผลทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพร่างกายของผู้ปฏิบัติงานได้ ทำให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถหาวิธีการหรือแนวทางต่อการควบคุมปัจจัยต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง

ตารางที่ 1 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์และปัจจัยทางสภาพแวดล้อมในห้องปฏิบัติการ

| ห้องปฏิบัติการ   | ช่วงเวลา    | แบคทีเรีย<br>(CFU/dm <sup>2</sup><br>/h±SD) | เชื้อรา<br>(CFU/dm <sup>2</sup><br>/h±SD) | อุณหภูมิ<br>(°C) | ความชื้น<br>สัมพัทธ์<br>(%Rh) | ความสว่าง<br>(Lux) |
|------------------|-------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------|-------------------------------|--------------------|
| เคมีอาหาร        | 9.00-10.00  | 29.9±1.3                                    | 23.6±3.5                                  | 27.1±0.3         | 48.4±0.1                      | 596.7±0.2          |
|                  | 13.00-14.00 | 17.3±2.1                                    | 17.3±1.6                                  | 27.4±0.2         | 46.2±0.2                      | 611±1.5            |
| จุลชีววิทยาอาหาร | 9.00-10.00  | 76.5±1.2                                    | 28.3±2.4                                  | 27.7±0.1         | 43.7±0.5                      | 447.3±2.0          |
|                  | 13.00-14.00 | 43.0±0.5                                    | 20.4±2.5                                  | 28.1±0.2         | 40.1±0.6                      | 456.5±2.4          |

| ห้องปฏิบัติการ         | ช่วงเวลา    | แบคทีเรีย<br>(CFU/dm <sup>2</sup><br>/h±SD) | เชื้อรา<br>(CFU/dm <sup>2</sup><br>/h±SD) | อุณหภูมิ<br>(°C) | ความชื้น<br>สัมพัทธ์<br>(%Rh) | ความสว่าง<br>(Lux) |
|------------------------|-------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------|-------------------------------|--------------------|
| การวิเคราะห์อาหาร      | 9.00-10.00  | 4.2±1.0                                     | 4.7±2.8                                   | 27.3±0.3         | 47.9±0.2                      | 666.7±1.0          |
|                        | 13.00-14.00 | 1.6±1.1                                     | 5.5±1.2                                   | 27.3±0.2         | 45.7±0.1                      | 687.5±1.2          |
| ชีววิทยา               | 9.00-10.00  | 10.0±0.9                                    | 7.9±1.5                                   | 27.4±0.1         | 50.2±0.2                      | 484.7±2.5          |
|                        | 13.00-14.00 | 5.8±1.7                                     | 6.3±1.9                                   | 27.5±0.2         | 48.9±0.1                      | 499.1±6.5          |
| วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม | 9.00-10.00  | 7.3±0.9                                     | 4.7±2.1                                   | 26.6±0.1         | 46.0±0.1                      | 487.7±5.0          |
|                        | 13.00-14.00 | 2.1±0.8                                     | 4.7±1.1                                   | 27.4±0.1         | 45.5±0.2                      | 510.1±5.5          |
| เคมีสิ่งแวดล้อม        | 9.00-10.00  | 2.6±0.5                                     | 4.7±1.5                                   | 26.8±0.2         | 39.0±0.1                      | 533.7±4.5          |
|                        | 13.00-14.00 | 2.1±0.4                                     | 4.7±1.7                                   | 27.8±0.1         | 37.4±0.2                      | 551.0±3.0          |

ตารางที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในห้องปฏิบัติการและช่วงระยะเวลา

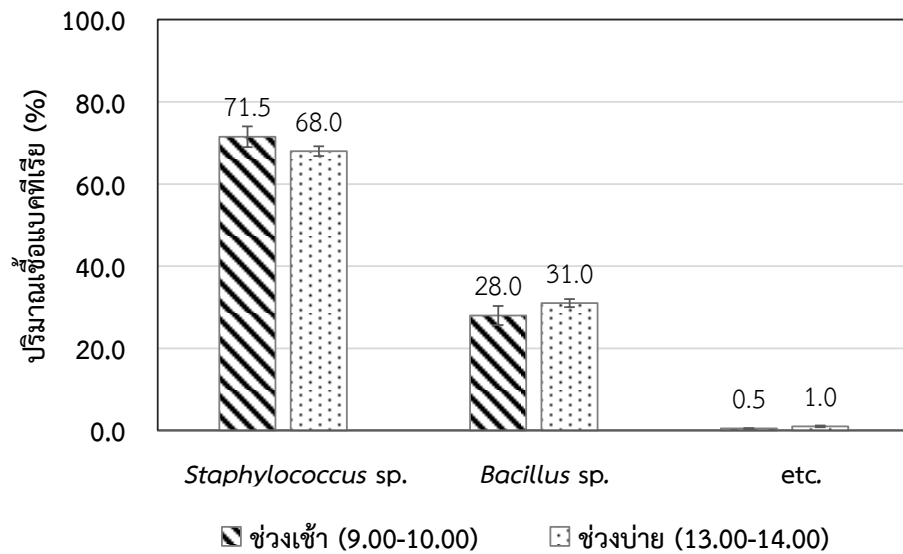
| ห้องปฏิบัติการ         | ช่วงเวลา    | เชื้อแบคทีเรีย                              |         |          | เชื้อรา                                     |       |          |
|------------------------|-------------|---------------------------------------------|---------|----------|---------------------------------------------|-------|----------|
|                        |             | $\bar{X}$<br>(CFU/dm <sup>2</sup><br>/h±SD) | IMA     | p-value* | $\bar{X}$<br>(CFU/dm <sup>2</sup><br>/h±SD) | IMA   | p-value* |
| เคมีอาหาร              | 9.00-10.00  | 29.9±1.3                                    | ดี      | 0.01*    | 23.6±3.5                                    | ดี    | 0.01*    |
|                        | 13.00-14.00 | 17.3±2.1                                    | ดี      |          | 17.3±1.6                                    | ดี    |          |
| จุลชีววิทยาอาหาร       | 9.00-10.00  | 76.5±1.2                                    | ปานกลาง | 0.01*    | 28.3±2.4                                    | ดี    | 0.01*    |
|                        | 13.00-14.00 | 43.0±0.5                                    | ปานกลาง |          | 20.4±2.5                                    | ดี    |          |
| การวิเคราะห์อาหาร      | 9.00-10.00  | 4.2±1.0                                     | ดีมาก   | 0.01*    | 4.7±2.8                                     | ดีมาก | 0.01*    |
|                        | 13.00-14.00 | 1.6±1.1                                     | ดีมาก   |          | 5.5±1.2                                     | ดีมาก |          |
| ชีววิทยา               | 9.00-10.00  | 10.0±0.9                                    | ดีมาก   | 0.01*    | 7.9±1.5                                     | ดีมาก | 0.01*    |
|                        | 13.00-14.00 | 5.8±1.7                                     | ดีมาก   |          | 6.3±1.9                                     | ดีมาก |          |
| วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม | 9.00-10.00  | 7.3±0.9                                     | ดีมาก   | 0.01*    | 4.7±2.1                                     | ดีมาก | 0.06     |
|                        | 13.00-14.00 | 2.1±0.8                                     | ดีมาก   |          | 4.7±1.1                                     | ดีมาก |          |
| เคมีสิ่งแวดล้อม        | 9.00-10.00  | 2.6±0.5                                     | ดีมาก   | 0.01*    | 4.7±1.5                                     | ดีมาก | 0.23     |
|                        | 13.00-14.00 | 2.1±0.4                                     | ดีมาก   |          | 4.7±1.7                                     | ดีมาก |          |

\*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

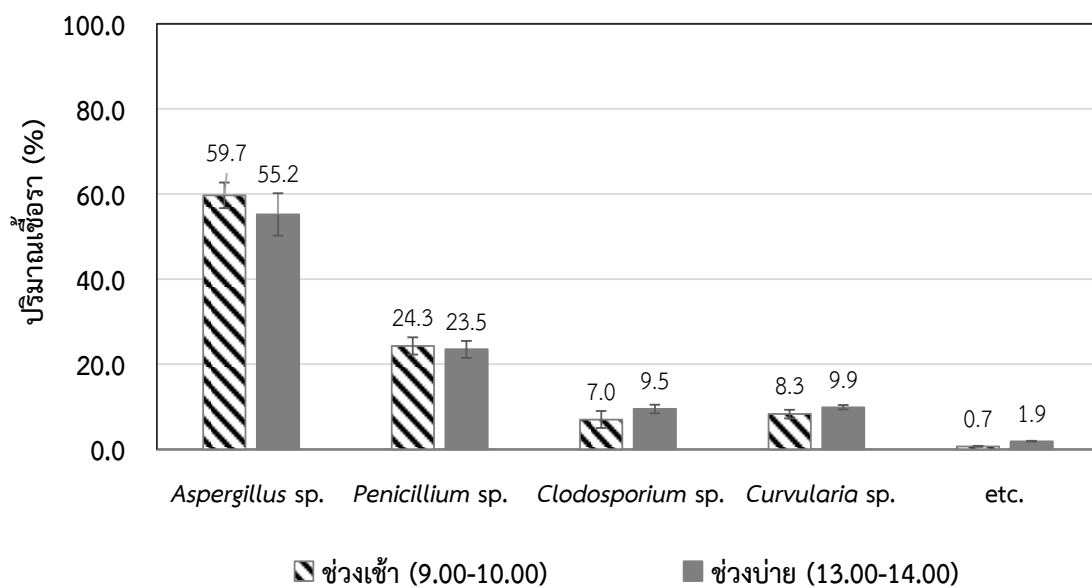
## 5.2 การจำแนกชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศ

จากการจำแนกและวิเคราะห์ประเภทของเชื้อแบคทีเรียที่พบในอากาศ โดยการศึกษาลักษณะโคโลนี ย้อมแกรมและตรวจสอบภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่า คุณภาพอากาศภายในห้องปฏิบัติส่วนใหญ่ปนเปื้อนเชื้อ

แบคทีเรียแกรมบวก รูปร่างกลมและแท่ง เมื่อทำการวิเคราะห์ลักษณะตามวิธีทางสัณฐานวิทยาของเชื้อแบคทีเรีย พบว่าอากาศในห้องปฏิบัติการมีการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus* sp. สูงที่สุด (68.0 – 71.5 %) รองลงมาคือเชื้อ *Bacillus* sp. (28.0 – 31.0%) และแบคทีเรียอื่นๆ (0.5 – 1.5%) (รูปที่ 1) โดยพบเชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus* sp. สูงที่สุดในช่วงระยะเวลาเช้าและช่วงระยะเวลากลาง และจากการวิเคราะห์และจำแนกประเภทของเชื้อรา พบว่า อากาศภายในห้องปฏิบัติการมีการปนเปื้อนเชื้อราสายพันธุ์ *Aspergillus* sp. สูงที่สุด (65.3–45.0%) รองลงมา คือ *Penicillium* sp. *Cladosporium* sp. *Curvularia* sp. และอื่นๆ ตามลำดับ (รูปที่ 2) ทั้งในช่วงระยะเวลาเช้าและบ่าย โดยเชื้อราจะมีการเจริญเติบโตและเกิดการสร้างสปอร์และฟุ้งกระจายในอากาศได้ง่ายอีกด้วย ผลการทดลองที่ได้มีความสอดคล้องกับงานวิจัยที่รายงานการพบเชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus*, *Bacillus* sp. โดยเชื้อ *S. aureus* เป็นแบคทีเรียที่พบได้ทั่วไปตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย บริเวณทางเดินหายใจและคอหอย [10] และเชื้อ *Bacillus* sp. เป็นแบคทีเรียที่พบได้ทั่วไปในดินและเป็นปรสิตที่สามารถพบได้ในแมลง โดยเชื้อแบคทีเรียทั้งสองชนิดนี้เป็นเชื้อแบคทีเรียชนิดที่ไม่ก่อโรค (non-pathogenic organisms) เป็นเชื้อประจำถิ่น (normal flora) โดยจะไม่ก่อโรคในคนปกติแต่จะก่อโรคเฉพาะในคนที่มีสุขภาพร่างกายอ่อนแอและมีภูมิคุ้มกันโรคที่ต่ำ [11] นอกจากนี้หลายงานวิจัยรายงานว่าพบชนิดของเชื้อราที่สอดคล้องกับผลการทดลองที่ได้เช่นเดียวกัน จากรายงานของ จักรพงษ์ และคณะ [7] พบชนิดของเชื้อราสายพันธุ์ *Aspergillus* sp. และ *Penicillium* sp. สูงในห้องปฏิบัติการทางด้านชีวเคมีและชีววิทยาหลังจากการตรวจสอบคุณภาพของอากาศ โดยเชื้อราทั้งสองชนิดนี้สามารถพบได้ทั่วไปในแหล่งดินและน้ำ สปอร์เชื้อรามีขนาดเล็ก สามารถลอยลอยในอากาศได้ ส่วนเชื้อราสายพันธุ์ *Cladosporium* sp. และ *Curvularia* sp. เป็นเชื้อราที่ก่อให้เกิดโรคมุมน้ำ ทำให้เกิดอาการระคายเคืองต่อจมูกและตา ส่งผลให้เป็นโรคโพรงจมูกอักเสบ โรคทางเดินหายใจหรือเป็นสาเหตุของโรคต่างๆ ได้อีกด้วย [11, 12] และจากการวิเคราะห์ชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ในห้องปฏิบัติการนั้น พบว่าห้องปฏิบัติการทั้งหมดของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อาจมีความเสี่ยงต่อการทำให้เกิดโรคต่อระบบทางเดินหายใจและโรคมุมน้ำ ซึ่งจะส่งผลเสียต่อสุขภาพและร่างกาย ดังนั้นควรจะต้องมีการจัดทำแผนและแนวทางปฏิบัติทางด้านความปลอดภัยทางชีวภาพในห้องปฏิบัติการต่อไป เพื่อให้ห้องปฏิบัติการลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ให้น้อยที่สุดเพื่อสุขภาพและอนามัยของผู้ปฏิบัติงาน



**รูปที่ 1** สัดส่วนเชื้อแบคทีเรียสายพันธุ์ *Staphylococcus* sp., *Bacillus* sp. และสายพันธุ์อื่น ที่พบในห้องปฏิบัติการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่สภาวะอุณหภูมิ  $37 \pm 1$  องศาเซลเซียส ระยะเวลา 48 ชั่วโมง



**รูปที่ 2** สัดส่วนเชื้อราสายพันธุ์ *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., *Cladosporium* sp., *Curvularia* sp. และสายพันธุ์อื่น ที่พบในห้องปฏิบัติการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่สภาวะอุณหภูมิ  $25 \pm 1$  องศาเซลเซียส ระยะเวลา 120 ชั่วโมง

## 6. สรุปผล

คุณภาพอากาศของห้องปฏิบัติการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ พบว่าปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เฉลี่ยส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ค่าดัชนีมาตรฐานในช่วงปานกลางถึงดีมาก โดยพบเชื้อแบคทีเรียสูงสุด คือ *Bacillus* sp. และ *Staphylococcus* sp. และพบเชื้อรา *Aspergillus* sp., สูงที่สุด และเชื้อ *Penicillium* sp. *Cladosporium* sp. และ *Curvularia* sp. ตามลำดับ ซึ่งเป็นเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคในระบบทางเดินหายใจและส่งผลเสียต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งจากผลการวิจัยข้างต้นทำให้ในแต่ละห้องปฏิบัติการจะต้องมีการวางแผนและแนวทางในการควบคุมการแพร่กระจายของเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศให้อยู่ในเกณฑ์ตามมาตรฐาน โดยจะต้องมีการแก้ปัญหา เช่น การควบคุมและกำจัดแหล่งสะสมของเชื้อจุลินทรีย์ การควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ให้มีค่าที่เหมาะสมแต่ละห้องปฏิบัติการเพื่อลดความเสี่ยงที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงาน

## 7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ที่สนับสนุนการวิจัย และสาขาวิศวกรรมโลจิสติกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือสำหรับการตรวจวัดค่าต่างๆ รวมทั้ง ดร.กิตติยา สุขหม สาขาสหวิทยาการแปรรูปและอาหารประกอบอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ที่สนับสนุนอาหารทดสอบเชื้อจุลินทรีย์

## 8. เอกสารอ้างอิง

- [1] World Health Organization. 2021. WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub>), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. WHO Press, Geneva. Epidemiology. 32, 751–758.
- [2] Zhang, X., Wu, J., Smith, L. M., Li, X., Yancey, O., Franzblau, A., & Neitzel, R. L. 2022. Monitoring SARS-CoV-2 in air and on surfaces and estimating infection risk in buildings and buses on a university campus. Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology. 32, 751–758.
- [3] ปมณต์ ภูมาศ. 2563. การตรวจสอบคุณภาพอากาศภายในห้องเรียนบางห้องของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. 91-100.
- [4] Katsakorn, A. and Phangchandha, R. (2015). Evaluation of indoor air quality conditions in classrooms, JPE 1: 238-247.

- [5] Stryjakowska-Sekulska, M., Piotraszewska-Pajak, A., Szyszka, A., Nowicki, M., & Filipiak, M. (2007). Microbiological quality of indoor air in university rooms. *Polish Journal of Environmental Studies*. 16(4), 623–632.
- [6] สุนทรี สวนทับทิม และพรเพ็ญ กำนารายณ์ 2563. การตรวจวัดสภาพแวดล้อมและการสำรวจชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์ในอากาศของห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์การแพทย์. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์*. 1462-1472.
- [7] จักรพงษ์ นิมานะ ศิริลักษณ์ เจริญรัตน์ และวรลณี บุญพิทักษ์สกุล. 2557. การปนเปื้อนจุลินทรีย์ในอากาศของห้องปฏิบัติการ คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยพายัพ. *วารสารวิทยาศาสตร์ มข.* 42(2). 341-349.
- [8] Pasquarella, C., Pitzurra, O. & Savino, A. (2000). The index of microbial air contamination. *Journal of hospital infection*. 46, 241-256.
- [9] กติกา สระมณีอินทร์ กานต์ลินญา บุญที สิริวิญญา ศรีษาคากุลวัฒน์ และยุภารัตน์ เครือวงษา. (2559). การสำรวจชนิดและปริมาณเชื้อราที่แขวนลอยในอากาศ อาคารวิจัยคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. *การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ครั้งที่ 1*. 438-445.
- [10] วรัญญา แสงเพชรสอง. (2529). ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโรคติดเชื้อ. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ บัณฑิตการพิมพ์. 47-49.
- [11] ศิริพร ศรีเทวิน และกาญจนา นาคะพินธุ. (2555). การปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศในโรงพยาบาล ขนาดที่แตกต่างกัน. *วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น*. 12(1): 92-101.
- [12] Amirmajdi, M. M., Amirmajdi, N. A. M., Mashhadi, I. E., Azad, F. J., Afshari, J. T., & Shakeri, M. T. (2011). *Alternaria* in patients with allergic rhinitis. *Iranian Journal of Allergy, Asthma and Immunology*, 10(3), 221-226.
- [13] Bugajny, A., Knopkiewicz, M., Piotraszewska-Pajk, A., Sekulska-Stryjakowska, M., Stach, A., & Filipiak, M. (2005). On the Microbiological Quality of the Outdoor Air in Poznań Poland. *Polish Journal of environmental studies*, 14(3), 287-293.