



การเปรียบเทียบความเข้มข้นของเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศ ระหว่างห้องพัสดุและห้องแอร์ในศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก จังหวัดเลย

ปิยะพงษ์ ชุมศรี**, ชลธิชา จินาพร***, พรชนก บุญลับ****,
นภัสสร วงเปริยว*****, มธุรส ชลามาตย์***** และบุญเลี้ยง สุพิมพ์*

Received: September 20, 2023

Revised: February 28, 2024

Accepted: March 29, 2024

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ (1) เพื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นของเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศระหว่างห้องพัสดุกับห้องแอร์ของศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก จังหวัดเลย (2) เพื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นของเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศระหว่างพื้นที่เก็บตัวอย่างของศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก จังหวัดเลย โดยทำการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster sampling) 2 ศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก/พื้นที่ ในเขตพื้นที่ 3 อำเภอ โดยใช้เครื่องมือมาตรฐาน Bio-Stage Impactor สำหรับเก็บตัวอย่างเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศทั้งหมด 164 ตัวอย่าง

ผลการศึกษาพบว่าความเข้มข้นเฉลี่ยของเชื้อแบคทีเรียในอากาศและเชื้อราในอากาศภายในห้อง เท่ากับ 41.09 ± 21.13 cfu/m³ และ 20.83 ± 23.25 cfu/m³ ตามลำดับ ส่วนความเข้มข้นเฉลี่ยของเชื้อแบคทีเรียในอากาศและเชื้อราในอากาศภายนอกห้อง เท่ากับ 35.18 ± 28.76 cfu/m³ และ 11.45 ± 9.78 cfu/m³ ตามลำดับ สัดส่วนความเข้มข้นของเชื้อแบคทีเรียในอากาศและเชื้อราในอากาศภายในห้องต่อภายนอกห้อง (I/O) เท่ากับ 1.17 และ 1.07 ตามลำดับ ทั้งนี้พบว่าค่ามัธยฐานของความเข้มข้นของเชื้อแบคทีเรียในอากาศของศูนย์พัฒนาเด็กเล็กที่เป็นห้องพัสดุและห้องแอร์เท่ากับ 47.46 cfu/m³ (95% ค่ามัธยฐาน 40.80 ถึง 65.85) และ 28.71 cfu/m³ (95% ค่ามัธยฐาน 21.93 ถึง 35.61) ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นของเชื้อแบคทีเรียในอากาศระหว่างห้องแอร์กับห้องพัสดุมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p\text{-value} < 0.001$ ดังนั้นผลการวิจัยนำไปสู่การติดตามและวางแผนการดำเนินงานด้านสิ่งแวดล้อมในศูนย์พัฒนาเด็กเล็กเพื่อลดจุลินทรีย์ในอากาศต่อไป

คำสำคัญ: ความเข้มข้นจุลินทรีย์ในอากาศ / ห้องพัสดุ / ห้องแอร์ / ศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก

*ผู้รับผิดชอบบทความ: บุญเลี้ยง สุพิมพ์ สาขาวิชาสาธารณสุขศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย จังหวัดเลย

E-mail: bunliang_sp@yahoo.com

*ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาสาธารณสุขศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย

**ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาสาธารณสุขศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย

***อาจารย์ สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย

****อาจารย์ สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย

*****ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย

*****อาจารย์ สาขาวิชาสาธารณสุขศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย



A Comparison of Airborne Microorganism Concentration between Fan Room and Air Conditioning Room in Childcare Center, Loei Province

Piyapong Choomsri**, Chontichar Jinapon***, Pornchanok Boonlub****, Napatsorn Wongpriaw*****, Maturot Chalamat***** and Bunliang Suphim*

Abstract

The study aimed: (1) to compare of airborne microorganism concentrations in fan rooms and in air conditioning rooms in childcare centers in Loei province; (2) to compare microorganism concentrations between sample collected location in a childcare center in Loei province. The cluster sampling method and the Bio-Stage Impactor were used for gold standard technique and collected 164 samples from three districts (by collecting two childcare centers from each area) in Loei province.

The results showed that the mean concentrations of the indoor (I) airborne bacteria was 41.09 ± 21.13 cfu/m³ and the indoor (I) airborne fungi was 20.83 ± 23.25 cfu/m³. The mean concentration of the outdoors (O) airborne bacteria was 35.18 ± 28.76 cfu/m³ and the outdoors (O) airborne fungi was 11.45 ± 9.78 cfu/m³. The I/O ratio of bacteria and fungi were 1.17 and 1.07, respectively. However, the median concentrations of airborne bacteria in the childcare centers with fan rooms and air conditioning rooms were 47.46 cfu/m³ (95% median 40.80 to 65.85) and 28.71 cfu/m³ (95% median 21.93 to 35.61), respectively. When comparing the concentration of airborne bacteria in the childcare center between the fan room and the air conditioning room, there was a statistically significant difference (p-value < 0.001). These results could lead to monitoring and planning environmental operations in childcare centers to reduce airborne microorganisms.

Keywords: Airborne microorganism concentration / Fan room / Air conditioning room / Childcare center

**Corresponding Author: Bunliang Suphim, Program of Public Health, Faculty of Science and Technology, Loei Rajabhat University, Loei Province, E-mail: bunliang_sp@yahoo.com*

***Master degree Assistant Professor, Program of Public Health, Faculty of Science and Technology, Loei Rajabhat University*

***Dr.PH. Assistant Professor, Program of Public Health, Faculty of Science and Technology, Loei Rajabhat University*

****Ph.D. Lecturer, Program of Biology, Faculty of Science and Technology, Loei Rajabhat University*

*****Master degree Lecturer, Program of Biology, Faculty of Science and Technology, Loei Rajabhat University*

******Master degree Assistant Professor, Program of Chemists, Faculty of Science and Technology, Loei Rajabhat University*

******Dr.PH. Lecture, Program of Public Health, Faculty of Science and Technology, Loei Rajabhat University*





1. บทนำ

การเฝ้าระวังปัญหาการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศเป็นปัญหาที่สำคัญที่ไม่ควรมองข้าม เพราะปัญหาดังกล่าวอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของผู้สัมผัส โดยเฉพาะผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจ ซึ่งการศึกษาเรื่องปริมาณและความเข้มข้นของเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศมีการศึกษาแพร่หลายในต่างประเทศ รวมถึงการศึกษาถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศ เช่น อุณหภูมิ ความชื้น อัตราการระบายอากาศ รวมไปถึงผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจของผู้ได้รับสัมผัสเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศภายในอาคาร (Balasubramanian, *et al.*, 2012; Huang, *et al.*, 2015; Hwang, *et al.*, 2016 and Liu, *et al.*, 2014) ยกตัวอย่างเช่น เมื่อคนหายใจเอาสปอร์เชื้อราในอากาศที่อยู่ภายในอาคารเข้าไปก็จะส่งผลให้เกิดโรคมะเร็งและโรคหอบหืด โดยเฉพาะกลุ่มที่มีภูมิคุ้มกันยังไม่แข็งแรง เช่น เด็กแรกเกิด ถึงเด็กเล็กอายุต่ำกว่า 5 ปี (Agarwal, *et al.*, 2017) จากผลการศึกษาวิจัยการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศภายในอาคารในสถานที่ต่างๆ พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น สอดคล้องกับการเพิ่มจำนวนของคนที่เป็นโรคระบบทางเดินหายใจที่เพิ่มขนาดมากขึ้นทั่วโลก (Liu, *et al.*, 2017) เช่นปี 2012 คุณภาพอากาศภายในอาคารทางตอนใต้ประเทศเกาหลีใต้พบว่าเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราในอากาศภายในอาคารเกินมาตรฐานที่กำหนดถึงร้อยละ 83 และร้อยละ 33 ตามลำดับ (Hsu, *et al.*, 2012) ต่อมาปี 2014 มีการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของเชื้อราในอากาศกับระบบทางเดินหายใจของเด็กในเมืองซีอาน ประเทศจีน พบว่าเชื้อราส่วนใหญ่ที่พบคือ *Aspergillus* spp., *Cladosporium* spp., *Penicillium* spp. และ Yeast (Liu, *et al.*, 2014) อีกทั้งยังมีรายงานพบเชื้อราในอากาศคือ *A. flavus* และ *Trichoderma viride* ในห้องนอนของเด็กที่มีค่าเกินมาตรฐานกำหนดไว้ถึงร้อยละ 3 และร้อยละ 7 ตามลำดับ (Felgueiras, *et al.*, 2022) สำหรับปี 2018 ที่ประเทศอิหร่านมีการศึกษาคุณภาพจุลินทรีย์ในอากาศของโรงเรียนประถมศึกษาพบว่า เชื้อแบคทีเรียและเชื้อราในอากาศภายในห้องเรียนความเข้มข้นเฉลี่ย 448 cfu/m³ และ 94 cfu/m³ ตามลำดับ (Mirhoseini, *et al.*, 2020) และจากการรวบรวมข้อมูลอย่างเป็นระบบของศูนย์รับเลี้ยงเด็กภายในประเทศเกาหลีใต้ส่วนมากพบความเข้มข้นของเชื้อแบคทีเรียในอากาศภายในห้องมากกว่า 800 cfu/m³ (Cho, *et al.*, 2019) สำหรับประเทศไทยมีผลสำรวจเกี่ยวกับปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ภายในศูนย์เด็กเล็ก พบเชื้อจุลินทรีย์ที่เกินมาตรฐานตามข้อเสนอแนะขององค์การอนามัยโลก (WHO) กำหนดไม่เกิน 500 cfu/m³ ถึงร้อยละ 47 (Pipat, *et al.*, 2012) เช่นเดียวกับผลการศึกษาในศูนย์พัฒนาเด็กเล็กจังหวัดชลบุรี ในปี พ.ศ.2559 ซึ่งเกินมาตรฐานของ WHO (รจฤดี โชติกาวิรินทร์, 2559) โดยศูนย์พัฒนาเด็กเล็กเป็นพื้นที่สะอาดที่มีความเสี่ยงต่อการสัมผัสเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศซึ่งเป็นกลุ่มที่มีภูมิคุ้มกันที่ยังไม่แข็งแรง ที่ต้องได้รับการดูแลเรื่องสุขภาพอนามัยอย่างเคร่งครัดให้แข็งแรงและปราศจากโรคภัยไข้เจ็บ (Liu, *et al.*, 2014)

ทั้งนี้จากการศึกษาปริมาณและความเข้มข้นของเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศ และปัจจัยที่ส่งผลต่อความเข้มข้นของจุลินทรีย์ในอากาศนั้นมีปัจจัยด้านอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม และอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศภายในอาคารของห้องต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นที่พักอาศัย โรงพยาบาล โรงเรียน สถาบันการศึกษา เป็นต้น ซึ่งโดยทั่วไปจุลินทรีย์ในอากาศเจริญเติบโตได้ดีภายใต้สภาวะที่เหมาะสมที่แตกต่างกันออกไป อย่างไรก็ตามในประเทศไทยศูนย์พัฒนาเด็กเล็กแต่ละแห่งก็มีความแตกต่างกันข้อจำกัด ทั้งทางด้านเศรษฐกิจและสังคม สภาพที่ตั้งทั้งลักษณะภูมิประเทศและลักษณะภูมิอากาศที่แตกต่างกันออกไป ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้สนใจที่จะศึกษาถึงความแตกต่างของความเข้มข้นของเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศภายในห้องของศูนย์พัฒนาเด็กเล็กที่มีความแตกต่างกันทางด้านสภาพห้องที่ใช้พัดลมและห้องที่ใช้แอร์ รวมถึงความแตกต่างของลักษณะพื้นที่ที่ตั้งแต่ละศูนย์พัฒนาเด็กเล็กที่มีความแตกต่างกันออกไป เช่น พื้นที่ราบลุ่ม พื้นที่ภูเขา และพื้นที่ติดแหล่งน้ำ ที่มีอุณหภูมิ ความชื้นที่แตกต่างกันของแต่ละพื้นที่ เพื่อเป็นแนวทางในการนำมาวางแผนปรับปรุงป้องกันไม่ให้เกิดอันตรายจากเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศที่อาจ





ส่งผลกระทบต่อเด็กเล็กที่อาศัยอยู่ในศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก และให้สอดคล้องกับนโยบายศูนย์เด็กเล็กนำอยู่ของกระทรวงสาธารณสุขต่อไป

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นของเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศระหว่างห้องพัสดุกับห้องแอร์ในศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก จังหวัดเลย

2.2 เพื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นของเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศระหว่างพื้นที่ตั้งที่แตกต่างกันของศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก จังหวัดเลย

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยสำรวจเชิงวิเคราะห์แบบภาคตัดขวาง (Analytical Cross Sectional Survey Research) เพื่อศึกษาเปรียบเทียบความเข้มข้นของเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศระหว่างห้องพัสดุกับห้องแอร์ และความแตกต่างระหว่างพื้นที่ที่แตกต่างกันของศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก จังหวัดเลย โดยดำเนินการเก็บตัวอย่างตั้งแต่เดือนพฤษภาคม ถึงเดือนสิงหาคม 2565

3.1 พื้นที่ศึกษา

สำหรับพื้นที่ที่ทำการศึกษาแบ่งออกเป็น 3 เขตพื้นที่ตั้งตามลักษณะภูมิประเทศ ดังนี้ 1) ศูนย์พัฒนาเด็กเล็กในเขตพื้นที่ราบ ได้แก่ อำเภอเมือง อำเภอวังสะพุง อำเภอเอราวัณ อำเภอหนองหิน อำเภอผาขาว และอำเภอนาดูน 2) ศูนย์พัฒนาเด็กเล็กในเขตพื้นที่ภูเขา ได้แก่ อำเภอภูกระดึง อำเภอภูเรือ อำเภอภูหลวง อำเภอด่านซ้าย และอำเภอนาแห้ว 3) ศูนย์พัฒนาเด็กเล็กในเขตพื้นที่ติดแหล่งน้ำ ได้แก่ อำเภอเชียงคาน อำเภอท่าลี่ และอำเภอปากชม โดยสุ่มตัวอย่างแบบง่ายจากแต่ละพื้นที่ๆ ละ 2 ศูนย์ รวมทั้งสิ้น 6 ศูนย์ ซึ่งแต่ละพื้นที่ที่ทำการศึกษาในศูนย์พัฒนาเด็กเล็กจะเลือกศูนย์พัฒนาเด็กเล็กที่ใช้พัสดุและใช้แอร์อย่างละหนึ่งศูนย์ต่อพื้นที่ดังตารางที่ 1

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาคือเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศภายในห้องของศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก โดยทำการสุ่มพื้นที่ที่ทำการศึกษาแบบกลุ่ม (Clusters sampling) 6 ศูนย์ที่ยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย ทำการเก็บตัวอย่างจากศูนย์พัฒนาเด็กเล็กตามขนาดพื้นที่แต่ละศูนย์ โดยศูนย์พัฒนาเด็กเล็กที่ 1 ทำการเก็บตัวอย่างภายในห้อง 7 จุดเก็บตัวอย่าง ศูนย์พัฒนาเด็กเล็กที่ 2 ถึง 4 ทำการเก็บตัวอย่างภายในห้อง 6 จุดเก็บตัวอย่าง และศูนย์พัฒนาเด็กเล็กที่ 5 ถึง 6 ทำการเก็บตัวอย่างภายในห้อง 5 จุดเก็บตัวอย่าง รวม 35 จุดเก็บตัวอย่าง ทั้งนี้การเก็บตัวอย่างแต่ละจุดจะดำเนินการเก็บจุดละ 2 ซ้ำ (35 จุดเก็บตัวอย่างต่อห้อง x 2 ซ้ำแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง) รวมทั้งสิ้น 70 ตัวอย่าง (จุดเก็บตัวอย่างแต่ละศูนย์พัฒนาเด็กเล็กมีความแตกต่างกันไปตามขนาดของพื้นที่ห้องเก็บตัวอย่าง) ดังตารางที่ 1 ทั้งนี้ในการเก็บตัวอย่างการวิจัยจะต้องดำเนินการเก็บตัวอย่างภายในห้อง (ศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก) ควบคู่กับภายนอกห้องหรือนอกตัวอาคารทุกครั้งที่ทำกรเก็บตัวอย่าง 1 จุด (6 จุดต่อศูนย์เด็กเล็ก x 2 ซ้ำแต่ละจุดเก็บ รวม 12 ตัวอย่าง) ดังนั้นจำนวนตัวอย่างทั้งหมดที่ใช้ในการศึกษาคือ 82 ตัวอย่างต่อชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งในการศึกษารั้งนี้ทำการเก็บตัวอย่างเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศทั้ง 2 ชนิดคือเชื้อแบคทีเรียในอากาศและเชื้อราในอากาศ เพราะฉะนั้นตัวอย่างทั้งหมดที่ใช้ในการศึกษารั้งนี้ 164 ตัวอย่าง (Plates)





ตารางที่ 1 สรุปลักษณะห้อง ขนาด จำนวนเด็ก และจำนวนจุดเก็บตัวอย่าง ของศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก จังหวัดเลย

พื้นที่	ห้อง	ขนาดห้อง (m ²)	จำนวนเด็ก (คน)	จำนวนจุดเก็บตัวอย่าง (จุด)
พื้นราบ	ห้องแอร์	96	40	7
	ห้องพัดลม	72	35	6
พื้นที่ภูเขา	ห้องแอร์	72	27	6
	ห้องพัดลม	72	30	6
พื้นที่ติดแหล่งน้ำ	ห้องแอร์	64	30	5
	ห้องพัดลม	64	32	5

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย 1) BioStage Impactor (BioStage Impactor, model 255-9611) ใช้สำหรับเก็บตัวอย่างเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศทั้งภายในและภายนอกห้องของศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก โดยอาหารเลี้ยงเชื้อสำหรับเชื้อแบคทีเรียคือ Plate count agar (PCA) HIMEDIA, India ส่วนอาหารเลี้ยงเชื้อราคือ Sabouraud Dextrose Agar (SDA) HIMEDIA, India 2) เครื่องวัดอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ โดยใช้เครื่อง Hygrothermhermo /Hygrometer (Digicon TH-02) และ 3) เครื่องวัดความเร็วลม โดยใช้เครื่อง Hot wire anemometer (Testo-425)

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยทำการเก็บตัวอย่างเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศ (เชื้อแบคทีเรียทั้งหมดในอากาศ และเชื้อราทั้งหมดในอากาศ) ของศูนย์พัฒนาเด็กเล็กในเขตพื้นที่จังหวัดเลย จำนวน 6 ศูนย์ โดยใช้ BioStage Impactor ด้วยอัตราการดูดอากาศ 28.3 ลิตรต่อนาที เป็นระยะเวลา 10 นาที ที่ระดับความสูง 0.8 เมตร (เป็นระดับความสูงระดับของการหายใจเด็กและผู้ที่เกี่ยวข้องกับศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก) (Choomsri, *et al.*, 2023) โดยมาตรการควบคุมเพื่อตรวจสอบการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศระหว่างการเก็บตัวอย่างอากาศเตรียมจานอาหารเลี้ยงเชื้อ ทั้ง 2 ชนิด ชนิดละ 1 เพลา เพื่อใช้เป็น Field Blank และดำเนินการทุกขั้นตอนเหมือนกับการเก็บตัวอย่าง แต่ไม่มีการดูดอากาศผ่านจานอาหารเลี้ยงเชื้อ หลังจากเก็บตัวอย่างจุลินทรีย์ในอากาศเรียบร้อยแล้วให้นำจานเพาะเชื้อไปบ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35–37 °C เป็นเวลา 24 – 48 ชั่วโมง ทั้งนี้ในการเก็บตัวอย่างทุกครั้งต้องดำเนินการวัดอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลม ทุกครั้งควบคู่กัน ทั้งนี้ในการควบคุมคุณภาพเครื่องมือเก็บตัวอย่างเชื้อจุลินทรีย์ โดยป้อนดูดอากาศจะต้องทำการปรับเทียบเครื่องมือด้วยเครื่อง Calibrator ทุกครั้ง ก่อนเก็บตัวอย่าง ด้วยอัตราการไหลของอากาศ 28.3 ลิตรต่อนาที ความคลาดเคลื่อนไม่เกินร้อยละ 5 สำหรับเครื่องวัดความชื้นปรับเทียบเครื่องมือด้วยเครื่อง Chilled mirror hygrometer ในแอมเบอร์ ช่วง 20-25 %RH โดยความคลาดเคลื่อนไม่เกินร้อยละ 2 และเครื่องวัดความเร็วลมปรับเทียบด้วยอุโมงค์ความเร็วลมที่ 0.1 เมตรต่อวินาที โดยความคลาดเคลื่อนไม่เกินร้อยละ 1.5

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS โดยใช้สถิติเชิงพรรณนาเพื่อหาค่าความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สำหรับสถิติเชิงอนุมานเพื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นของเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศระหว่างห้องพัดลมกับห้องแอร์ กรณีการแจกแจงของข้อมูลมีการแจกแจงแบบไม่ปกติ คือ Mann-Whitney test และ Kruskal-Wallis rank test สำหรับเปรียบเทียบความเข้มข้นของจุลินทรีย์ในอากาศระหว่างพื้นที่ที่แตกต่างกัน ค่าความแตกต่างค่ามัธยฐาน 95% CI และ p-value



3.6 การพิทักษ์สิทธิของกลุ่มตัวอย่าง

โครงการวิจัยนี้เป็นโครงการวิจัยที่เข้าข่ายยกเว้นการรับรอง (Research with Exemption) โดยหมายเลขใบรับรองยกเว้น HE009/2565 จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคนมหาวิทยาลัยราชภัฏเลย ลงวันที่ 16 มีนาคม พ.ศ. 2565

4. ผลการวิจัย

ความเข้มข้นของเชื้อแบคทีเรียในอากาศภายในห้อง (Indoor) ของศูนย์พัฒนาเด็กเล็กทั้งหมดทั้ง 6 ศูนย์ พบว่าค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของเชื้อแบคทีเรียในอากาศ 41.09 ± 21.13 cfu/m³ โดยพบมากที่สุดที่ศูนย์พัฒนาเด็กเล็กในเขตพื้นที่ราบที่เป็นห้องพัสดุ 54.54 ± 24.36 cfu/m³ สำหรับความเข้มข้นของเชื้อแบคทีเรียในอากาศภายนอกห้อง (Outdoor) พบว่าค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของเชื้อแบคทีเรียในอากาศ 35.18 ± 28.76 cfu/m³ และค่าสัดส่วนความเข้มข้นของเชื้อแบคทีเรียภายในห้อง (Indoor) ต่อความเข้มข้นของเชื้อแบคทีเรียภายนอกห้อง (Outdoor) I/O เท่ากับ 1.17 สำหรับความเข้มข้นของเชื้อราในอากาศภายในห้องของศูนย์พัฒนาเด็กเล็กทั้งหมดทั้ง 6 ศูนย์ พบว่าค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของเชื้อราในอากาศ 20.83 ± 23.25 cfu/m³ ส่วนความเข้มข้นของเชื้อราในอากาศภายนอกห้องพบค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของเชื้อราในอากาศ 11.45 ± 9.78 cfu/m³ และค่าสัดส่วน I/O เท่ากับ 1.07 ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ความเข้มข้นของจุลินทรีย์ในอากาศภายในห้อง (Indoor) และภายนอกห้อง (Outdoor) ของศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก และค่าสัดส่วนความเข้มข้นของเชื้อแบคทีเรียภายในต่อภายนอกอาคาร

พื้นที่	ห้อง	ภายในห้อง (Indoor)		ภายนอกห้อง (Outdoor)		I/O	I/O
		แบคทีเรีย (cfu/m ³)	รา (cfu/m ³)	แบคทีเรีย (cfu/m ³)	รา (cfu/m ³)	แบคทีเรีย	รา
พื้นที่ราบ	ห้องแอร์	35.99±20.25	16.14±21.66*	88.68±26.37	1.52±0.72	0.41	10.16
	ห้องพัสดุ	54.54±24.36	29.29±26.83	23.35±0.75	3.04±0.00	2.34	9.63
พื้นที่ภูเขา	ห้องแอร์	29.82±14.09	9.83±23.37*	24.01±33.96*	22.28±0.75	1.24	0.44
	ห้องพัสดุ	51.59±20.45	37.02±28.57	17.61±11.90	13.93±11.06	2.93	2.66
พื้นที่ติดแหล่งน้ำ	ห้องแอร์	28.08±10.76	21.52±9.69	24.96±3.03	19.22±14.18	1.13	1.12
	ห้องพัสดุ	45.99±20.60	10.29±7.87	32.51±1.54	8.68±2.19	1.41	1.19
ค่าเฉลี่ย		41.09±21.13	20.83±23.25*	35.18±28.76	11.45±9.78	1.17	1.07

หมายเหตุ * การรายงานเป็นค่าเฉลี่ยเรขาคณิต (Geometric mean) ใช้เมื่อข้อมูลที่ห่างกันมาก (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมากกว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิต) แต่ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าบางจุดเก็บ ตัวอย่างไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ ที่ทำการเก็บข้อมูล ดังนั้นจึงไม่สามารถคำนวณค่าเฉลี่ยเรขาคณิตได้ จึงรายงานเป็นค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic mean)

จากการสำรวจสภาพแวดล้อมทางกายภาพภายในห้องของศูนย์พัฒนาเด็กเล็กทั้ง 6 ศูนย์พบว่า อุณหภูมิเฉลี่ย 27.90 ± 2.42 °C ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 65.04 ± 11.61 %RH ความเร็วลมเฉลี่ย 0.13 ± 0.08 m/s และสภาพแวดล้อมทางกายภาพภายนอกห้องพบว่า อุณหภูมิเฉลี่ย 29.27 ± 1.54 °C ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 72.90 ± 9.61 %RH ความเร็วลมเฉลี่ย 0.19 ± 0.12 m/s ดังตารางที่ 3



ตารางที่ 3 อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม ภายในห้อง (Indoor) และภายนอกห้อง (Outdoor) ของศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก จังหวัดเลย

พื้นที่	ห้อง	อุณหภูมิ (°C)		ความชื้นสัมพัทธ์ (%RH)		ความเร็วลม (m/s)	
		Indoor	Outdoor	Indoor	Outdoor	Indoor	Outdoor
พื้นราบ	ห้องแอร์	25.48±2.10	28.70	49.53±3.03	72.40	0.17±0.03	0.16
	ห้องพัดลม	25.90±0.39	27.30	67.47±2.20	81.30	0.08±0.02	0.18
พื้นที่	ห้องแอร์	28.87±0.36	28.90	52.52±0.44	63.30	0.11±0.04	0.12
	ห้องพัดลม	31.97±0.16	32.20	77.97±0.28	78.60	0.10±0.02	0.19
ภูเขา	ห้องแอร์	27.52±0.08	29.00	71.82±0.17	74.70	0.20±0.14	0.08
	ห้องพัดลม	28.04±0.39	29.50	76.58±0.48	77.10	0.11±0.09	0.43
ค่าเฉลี่ย		27.90±2.42	29.27±1.54	65.04±11.61	72.90±9.61	0.13±0.08	0.19±0.12

เมื่อทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของความเข้มข้นของเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดและเชื้อราทั้งหมดในอากาศโดยใช้สถิติไม่อิงพารามิเตอร์ Mann-Whitney Test เนื่องจากทำการทดสอบการแจกแจงของข้อมูลพบว่าไม่มีกลุ่มที่มีการแจกแจงแบบไม่ปกติ โดยศูนย์พัฒนาเด็กเล็กที่เป็นห้องแอร์และศูนย์พัฒนาเด็กเล็กที่เป็นห้องพัดลมมีความเข้มข้นของเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดในอากาศ ค่ามัธยฐาน 28.71 cfu/m³ และ 47.46 cfu/m³ ตามลำดับ ซึ่งพบว่าศูนย์พัฒนาเด็กเล็กที่เป็นห้องแอร์กับศูนย์พัฒนาเด็กเล็กที่เป็นห้องพัดลมมีความเข้มข้นของเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดในอากาศแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (95%CI ผลต่างค่ามัธยฐาน -29.15 ถึง -9.94; p-value <0.001) ส่วนความเข้มข้นของเชื้อราทั้งหมดในอากาศไม่แตกต่างกันระหว่างศูนย์พัฒนาเด็กเล็กที่เป็นห้องแอร์กับศูนย์พัฒนาเด็กเล็กที่เป็นห้องพัดลม (95%CI ผลต่างค่ามัธยฐาน - 45.47 ถึง 2.05; p-value = 0.157) ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ความแตกต่างของความเข้มข้นของเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดและเชื้อราทั้งหมดในอากาศระหว่างห้องพัดลมและห้องแอร์ของศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก จังหวัดเลย

ห้อง	จำนวน	ค่ามัธยฐาน	95%CI ค่ามัธยฐาน	ช่วงเชื่อมั่น 95% ของผลต่างค่ามัธยฐาน	p-value
เชื้อแบคทีเรียในอากาศ					
ห้องแอร์	36	28.71	21.93 – 35.61	– 29.15 ถึง – 9.94	< 0.001
ห้องพัดลม	34	47.46	40.80 – 65.85		
เชื้อราในอากาศ					
ห้องแอร์	36	5.12	4.09 – 17.76	- 45.47 ถึง 2.05	0.157
ห้องพัดลม	34	41.24	6.15 – 64.28		

สำหรับวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของความเข้มข้นของเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดและเชื้อราทั้งหมดในอากาศพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างความเข้มข้นของเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดและเชื้อราทั้งหมดในอากาศแต่ละพื้นที่ตั้งของศูนย์พัฒนาเด็กเล็กแต่ละแห่ง ดังตารางที่ 5



ตารางที่ 5 ความแตกต่างของความเข้มข้นของเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราทั้งหมดในอากาศแต่ละพื้นที่ของศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก

พื้นที่ศึกษา	จำนวน	ค่าเฉลี่ย (SD) (cfu/m ³)	ค่ามัธยฐาน (IOR)	p-value (Kruskal wallis)	p-value (Mann-Whitney test)
เชื้อแบคทีเรียในอากาศ					
- พื้นที่ราบ	26	44.55 (23.73)	42.42 (46.73)	0.669	0.705 ⁽¹⁾
- พื้นที่แม่น้ำ	24	37.03 (18.45)	37.99 (28.62)		0.335 ⁽²⁾
- พื้นที่ภูเขา	20	37.03 (18.45)	34.14 (15.31)		0.697 ⁽³⁾
เชื้อราในอากาศ					
- พื้นที่ราบ	26	32.05 (32.41)	7.68 (59.54)	0.656	0.977 ⁽¹⁾
- พื้นที่แม่น้ำ	24	33.77 (38.96*)	6.16 (73.97)		0.610 ⁽²⁾
- พื้นที่ภูเขา	20	32.92 (22.61)	32.42 (26.38)		0.272 ⁽³⁾

หมายเหตุ * การรายงานเป็นค่าเฉลี่ยเรขาคณิต (Geometric mean) ใช้เมื่อข้อมูลที่ห่างกันมาก (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมากกว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิต) แต่ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าบางจุดเก็บตัวอย่างไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำการเก็บข้อมูล ดังนั้นจึงไม่สามารถคำนวณหาค่าเฉลี่ยเรขาคณิตได้ จึงรายงานเป็นค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic mean)

(1) หมายถึง พื้นที่ราบกับพื้นที่แม่น้ำ

(2) หมายถึง พื้นที่ราบกับพื้นที่ภูเขา

(3) หมายถึง พื้นที่แม่น้ำกับพื้นที่ภูเขา

5. อภิปรายผล

จากผลการศึกษาความเข้มข้นของเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศภายในห้องของศูนย์พัฒนาเด็กเล็กทั้งหมดทั้ง 6 ศูนย์ พบว่าค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราในอากาศในอากาศไม่เกินมาตรฐานตามข้อกำหนดที่กระทรวงสาธารณสุข กรมอนามัย สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม (2559) กำหนดให้ค่าความเข้มข้นของเชื้อแบคทีเรียภายในอาคารทั่วไปไม่เกิน 500 cfu/m³ แต่ห้องสะอาดหรือห้องที่ต้องมีความเสี่ยงต่อการสัมผัส เช่น โรงพยาบาล ห้องศัลยกรรมโลก กำหนดให้ค่าความเข้มข้นของเชื้อราในอากาศไม่เกิน 50 cfu/m³ (World Health Organization, 2009) สำหรับค่าสัดส่วนของค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดและเชื้อราทั้งหมดในอากาศภายในห้องต่อค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดและเชื้อราทั้งหมดในอากาศภายนอกห้อง (I/O) เท่ากับ 1.17 และ 1.07 ตามลำดับ ซึ่งเกินข้อกำหนดของกระทรวงสาธารณสุข กรมอนามัย สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม (2559) กำหนดให้ไม่เกิน 0.8 จากค่า I/O ที่เกินค่ามาตรฐานแสดงให้เห็นว่ามีความเข้มข้นของเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศภายในห้องมีมากกว่าภายนอกห้อง ทั้งนี้อาจมาจากแหล่งกำเนิดเชื้อจุลินทรีย์ภายในห้อง เช่น ขนาดพื้นที่ จำนวนเด็ก ความหนาแน่นของเด็กต่อพื้นที่ กิจกรรมภายในห้อง รวมถึงการทำความสะอาดของศูนย์เด็กเล็กแต่ละแห่ง เป็นต้น สำหรับการสำรวจสภาพแวดล้อมทางกายภาพภายในห้องของศูนย์พัฒนาเด็กเล็กทั้ง 6 ศูนย์พบว่า อุณหภูมิเฉลี่ย 27.90±2.42 °C ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 65.04±11.61 %RH และความเร็วลมเฉลี่ย 0.13±0.08 m/s โดยข้อกำหนดของสำนักอนามัยสิ่งแวดล้อมกำหนดให้อุณหภูมิภายในห้องระหว่าง 24-26 °C ความชื้นสัมพัทธ์ไม่เกิน 65%RH และความเร็วลมระหว่าง 0.10 – 0.30 m/s เมื่อเทียบกับการศึกษาความเข้มข้นของเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดในอากาศภายในห้องของศูนย์เลี้ยงเด็กในกรุงโซล ประเทศเกาหลีใต้ พบค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของเชื้อแบคทีเรียในอากาศภายในห้อง 341 cfu/m³ (อุณหภูมิเฉลี่ยภายในห้อง 18.6 °C และ



ความชื้นสัมพัทธ์ 34.4%RH) (Hwang, *et al.*, 2016) ส่วนความเข้มข้นของเชื้อแบคทีเรียในอากาศภายในห้องของศูนย์พัฒนาเด็กเล็กของเมืองอาวาช ประเทศอิหร่าน พบมากที่สุดในเดือนกุมภาพันธ์ 812 cfu/m^3 (อุณหภูมิเฉลี่ย 26°C และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 36%RH) และน้อยที่สุดในเดือนพฤศจิกายน 188 cfu/m^3 (อุณหภูมิเฉลี่ย 22°C และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 50%RH) (Harbizadeh, *et al.*, 2019) และประเทศไทยมีการศึกษาคุณภาพอากาศภายในศูนย์พัฒนาเด็กเล็กในเขตกรุงเทพมหานคร พบว่า ความเข้มข้นของเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราในอากาศภายในห้องเกินมาตรฐานที่กำหนดถึงร้อยละ 47.2 และร้อยละ 47.6 ตามลำดับ (Pipat, *et al.*, 2012) เช่นเดียวกันกับการศึกษาความเข้มข้นของเชื้อจุลินทรีย์ภายในห้องของสถานศึกษาปฐมวัย จังหวัดชลบุรี พบความเข้มข้นของแบคทีเรียและเชื้อราในอากาศเฉลี่ย ($\text{GM} \pm \text{GSD}$) อยู่ที่ $574 \pm 1.8 \text{ cfu/m}^3$ และ $49.0 \pm 1.8 \text{ cfu/m}^3$ ตามลำดับ นอกจากนี้พบความเข้มข้นของเชื้อราในศูนย์เลี้ยงเด็ก ($77.0 \pm 2.1 \text{ cfu/m}^3$) ซึ่งเกินข้อแนะนำของ WHO กำหนด ($< 50 \text{ cfu/m}^3$) (รจฤดี โชติกาวิรินทร์, 2559) จะเห็นได้ว่าผลการศึกษารังนี้พบความเข้มข้นของเชื้อจุลินทรีย์ที่ไม่เกินตามข้อแนะนำของสำนักอนามัยสิ่งแวดล้อมประเทศไทย และไม่เกินมาตรฐานที่องค์การอนามัยโลกกำหนด แต่พบบางพื้นที่พบความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องสูงกว่า 60%RH ซึ่งเป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของเชื้อรา ส่งผลต่อความเข้มข้นของเชื้อราในอากาศภายในห้องสูงกว่าห้องที่พบความชื้นสัมพัทธ์อยู่ในช่วงมาตรฐาน ซึ่งแตกต่างจากผลการศึกษาประเทศเกาหลีใต้และประเทศอิหร่าน ที่ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่มีสภาพอากาศที่หนาวเย็นเหมาะกับการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียในอากาศบางชนิด ส่วนการศึกษาในประเทศไทยทั้งเขตกรุงเทพมหานครและจังหวัดชลบุรีที่พบความเข้มข้นของเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศที่สูงกว่าข้อกำหนด อาจเป็นเพราะเป็นพื้นที่ชุมชนเมืองการปนเปื้อนจุลินทรีย์ในอากาศภายนอกอาคารเข้าไปปนเปื้อนภายในห้องของศูนย์พัฒนาเด็กเล็กได้

เมื่อทำการเปรียบเทียบความเข้มข้นของเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดและเชื้อราทั้งหมดในอากาศภายในห้องของศูนย์พัฒนาเด็กเล็กที่เป็นห้องแอร์และห้องพัดลมพบว่าเฉพาะความเข้มข้นของเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดในอากาศแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยความเข้มข้นของเชื้อแบคทีเรียในอากาศภายในห้องของศูนย์พัฒนาเด็กเล็กที่เป็นห้องแอร์มีความเข้มข้นน้อยกว่าศูนย์พัฒนาเด็กเล็กที่เป็นห้องพัดลม ส่วนความเข้มข้นของเชื้อราทั้งหมดในอากาศไม่แตกต่างกันระหว่างศูนย์พัฒนาเด็กเล็กที่เป็นห้องแอร์กับห้องพัดลม เมื่อพิจารณาปัจจัยที่ส่งผลต่อความเข้มข้นของจุลินทรีย์ในอากาศภายในห้องทั้งเรื่องการควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ให้อยู่ในช่วงข้อเสนอแนะของกระทรวงสาธารณสุข กรมอนามัย สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม (2559) กำหนดให้อุณหภูมิภายในห้อง $24-26^\circ\text{C}$ และความชื้นสัมพัทธ์ไม่เกิน 65%RH ความเร็วลม $0.1-0.3 \text{ m/s}$ ซึ่งปัจจัยข้างต้น ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลม เป็นปัจจัยที่สามารถควบคุมได้ในศูนย์พัฒนาเด็กเล็กที่เป็นห้องแอร์ ต่างจากศูนย์พัฒนาเด็กเล็กที่เป็นห้องพัดลมที่ไม่สามารถควบคุมปัจจัยดังกล่าวได้ สอดคล้องกับการศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศภายในห้อง พบว่าปัจจัยด้านกายภาพ คือ อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์มีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของเชื้อแบคทีเรียในอากาศภายในห้องเรียนของโรงเรียนประถมศึกษาทางตะวันตกเฉียงเหนือ ประเทศเอธิโอเปีย (Andualem, *et al.*, 2019) เช่นเดียวกันกับการศึกษาในศูนย์พัฒนาเด็กเล็กในเมืองเอติร์เน ประเทศตุรกีที่พบว่าอุณหภูมิ ความชื้น ฤดูกาล รวมถึงสภาพภูมิประเทศมีผลต่อความเข้มข้นของเชื้อแบคทีเรียในอากาศภายในห้องเช่นกัน (Aydogdu, *et al.*, 2010) ประเทศเกาหลีใต้พบปัจจัยด้านอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์มีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของเชื้อแบคทีเรียในอากาศภายในอาคาร (Hwang, *et al.*, 2016) สำหรับประเทศไทยศึกษาปัจจัยความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศของศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก จังหวัดเลย ช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2564 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2565 พบว่าความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลม มีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศ (Choomsri, *et al.*, 2023) เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของความเข้มข้นของเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศแต่ละพื้นที่เก็บตัวของศูนย์พัฒนา



เด็กเล็กแต่ละแหล่งพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทั้งความเข้มข้นของเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดและเชื้อราทั้งหมด ในอากาศ อาจเป็นเพราะสภาพภูมิอากาศโดยทั่วไปของแต่ละพื้นที่ในเขตจังหวัดเลย มีอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลม ภายนอกห้องใกล้เคียงกัน แต่จากข้อสังเกตผลการศึกษาในพื้นที่ราบที่เป็นเขตเมือง พบค่าสัดส่วน ความเข้มข้นเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศภายในห้องต่อความเข้มข้นของเชื้อจุลินทรีย์ภายนอกห้องถึง 10 เท่า แสดงให้เห็นว่าความเข้มข้นของเชื้อจุลินทรีย์เกิดจากแหล่งกำเนิดที่เกิดภายในห้อง (Andualem, et al., 2019; Aydogdu, et al., 2010; Bragoszewska, et al., 2016; Ding, et al., 2022; Harbizadeh, et al., 2019 and Mirhoseini, et al., 2019)

6. ข้อเสนอแนะ

หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับศูนย์พัฒนาเด็กเล็กทั้งหมดได้แก่ องค์การบริหารส่วนตำบล กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข ควรมีการติดตามเฝ้าระวังการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ภายในอาคาร และควรมีการจัดการด้านสิ่งแวดล้อม ให้เหมาะสมเพื่อลดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศภายในห้องโดยเฉพาะศูนย์พัฒนาเด็กเล็กที่เป็นห้องพัสดุ ซึ่งต้องมุ่งเน้นไปที่การจัดการภายในห้องที่เป็นแหล่งกำเนิดเชื้อจุลินทรีย์ทั้งการควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม ภายในห้อง รวมถึงการควบคุมความหนาแน่นของจำนวนเด็กต่อพื้นที่ภายในห้อง ตลอดจนกิจกรรมและการทำความสะอาดของศูนย์พัฒนาเด็กเล็กอย่างสม่ำเสมอ ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายให้เกิดการพัฒนา ศูนย์พัฒนาเด็กเล็กเรื่องความปลอดภัยด้านชีวภาพภายในศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก ที่ส่งผลต่อเด็กและผู้สัมผัสกับเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศต่อไป

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณงบประมาณสนับสนุนการวิจัยจากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ประจำปีงบประมาณ 2565 สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ขอขอบคุณคุณพัชรพรพรชา นักวิทยาศาสตร์ ศูนย์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย และขอขอบคุณศูนย์พัฒนาเด็กเล็กทุกแห่ง

8. เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงสาธารณสุข, กรมอนามัย, สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม. (2559). *คู่มือการปฏิบัติงานเพื่อการตรวจประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคาร*. กระทรวงสาธารณสุข.
- รจฤดี โชติกาวิรินทร์. (2559). คุณภาพอากาศทางจุลินทรีย์ในสถานศึกษาปฐมวัย. *วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ*, 19(1), 84-95.
- Agarwal, S., Mandal, P., Majumdar, D., Aggarwal, S. G., & Srivastava, A. (2017). Characterization of Bioaerosols and their Relation with OC, EC and Carbonyl VOCs at a Busy Roadside Restaurants-Cluster in New Delhi. *Aerosol and Air Quality Research*, 16(2), 3198-3211. <https://doi.org/10.4209/aaqr.2016.01.0043>
- Andualem, Z., Gizaw, Z., Bogale, L., & Dagne, H. (2019). Indoor bacterial load and its correlation to physical indoor air quality parameters in public primary schools. *Multidisciplinary Respiratory Medicine*, 14(2), 1-7. <https://doi.org/10.1186/s40248-018-0167-y>





- Aydogdu H., Asan A., & Tatman, O. M. (2010). Indoor and outdoor airborne bacteria in child day-care centers in Edirne City (Turkey), seasonal distribution and influence of meteorological factors. *Environ Monit Assess*, 164, 53-66.
<https://doi.org/10.1007/s10661-009-0874-0>
- Balasubramanian, R., Nainar, P., & Rajasekar, A. (2012). Airborne bacteria, fungi, and endotoxin levels in residential microenvironments: a case study. *Aerobiologia*, 28(3), 375-390.
<https://doi.org/10.1007/s10453-011-9242-y>
- Bragoszewska, E., Mainka, A., & Pastuszka, J. (2016). Bacterial and Fungal Aerosols in Rural Nursery Schools in Southern Poland. *Atmosphere*, 7(142), 1-16. <https://doi.org/10.3390/atmos7110142>
- Cho, E. M., Hong, H. J., Park, S. H., Yoon, D. K., Nam Goung, S J., & Lee, C. M. (2019). Distribution and Influencing Factors of Airborne Bacteria in Public Facilities Used by Pollution-Sensitive Population: A Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health*, 16(1483), 1-12.
<https://doi.org/10.3390/ijerph16091483>
- Choomsri, P., Suphim, B., Chalamat, M., Panpethch, O., Jinapon, C., & Laoraksawong, P. (2023). Factors Correlated with the Concentration of Airborne Microbes in Childcare Center, Loei, Thailand. *Journal of Southwest Jiaotong University*, 58(4), 334-343.
<https://doi.org/10.35741/issn.0258-2724.58.4.27>
- Ding, E., Zhang, D., & Bluyssen, P. M. (2022). Ventilation regimes of school classrooms against airborne transmission of infectious respiratory droplets: A review. *Building and Environment*, 20(7), 108484. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.108484>
- Felgueiras, F., Mourao, Z., Fernandes, E. de O., & Gabriel, M. F. (2022). Airborne bacterial and fungal concentrations and fungal diversity in bedrooms of infant twins under 1 year of age living in Porto. *Environmental Research*, 206(2022), 112568.
<https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.112568>
- Harbizadeh, A., Mirzaee, S. A., Khosravi, A. D., Shoushtari, F. S., Goodarzi, H., Alavi, N., Ankalia, K. A., Rada, H. D., Malekia, H., & Goudarzi, G. (2019). Indoor and outdoor airborne bacterial air quality in day-care centers (DCCs) in greater Ahvaz, Iran. *Atmospheric Environment*, 216(2016), 116927. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2019.116927>
- Hsu, Y-C, Kung, P-Y, Wu, T-N, & Shen, Y-H. (2012). Characterization of Indoor-Air Bioaerosols in Southern Taiwan. *Aerosol and Air Quality Research*, 12(4), 651-661.
<https://doi.org/10.4209/aaqr.2012.03.0070>
- Huang, C., Liu, W., Hu, Y., Zou, Z., Zhao, Z., Shen, L., Weschler, L. B., & Sundell, J. (2015). Updated prevalences of asthma, allergy, and airway symptoms, and a systematic review of trends over time for childhood asthma in Shanghai. *PLoS One*, 10(4), 1-8.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0121577>





- Hwang, S. H., Kim, I. S., & Park, W. M. (2016). Concentrations of PM₁₀ and airborne bacteria in daycare centers in Seoul relative to indoor environmental factors and daycare center characteristics. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 10(2), 139-145.
<https://doi.org/10.1007/s11869-016-0423-2>
- Liu, G., Xiao, M., Zhang, X., Gal, C., Chen, X., Liu, L., Pan, S., Wu, J., Tang, L., & Clements-Croome, D. (2017). A review of air filtration technologies for sustainable and healthy building ventilation. *Sustainable Cities and Society*, 32(2017), 375-396.
<https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.04.011>
- Liu, Z., Li, A., Hu, Z., & Sun, H. (2014). Study on the potential relationships between indoor culturable fungi, particle load and children respiratory health in Xi'an, China. *Building and Environment*, 80(2014), 105-114. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.05.029>
- Mirhoseini, S. H., Ariyan, F., & Mohammadi, S. (2019). Quantitative and Qualitative Monitoring of Airborne Bacteria and Fungi and Their Relationship with Environmental Parameters in Two Selected Primary Schools. *Journal of Arak University of Medical Sciences*, 22(6), 242-251. <https://doi.org/10.32598/JAMS.22.6.5931.1>
- Mirhoseini, S. H., Dehdashti, F. A., & Mohammadi, S. (2020). A Comparative Evaluation of Bioaerosol Emission and Particle Matter Concentration in Urban Primary Schools. *International Journal of Environmental Health Engineering*, 2020, 1-6.
https://doi.org/10.4103/ijehe.ijehe_30_20
- Pipat, L., Yuwadee, R., & Pisit, V. (2012). Microbial Counts and Particulate Matter Levels in Indoor Air Samples Collected from a Child Home-Care Center in Bangkok, Thailand. *J Med Assoc Thai*, 95(6), 161-168.
- World Health Organization. (2029). *WHO guidelines for indoor air quality: dampness and mould*. WHO Regional Office for Europe.

