Research Article

Received: August 16, 2019; Accepted: March 9, 2020

การตรวจสอบคุณภาพอากาศในห้องเรียนบางห้องของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

Monitoring of Air Quality in Some Classrooms of Faculty of Science and Technology, Chiang Mai Rajabhat University

ปมณฑ์ ภูมาศ*

ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ตำบลช้างเผือก อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50300

Pamon Pumas*

Department of Environmental Science, Faculty of Science and Technology,
Chiang Mai Rajabhat University, Chang Phueak, Muang, Chiang Mai, 50300

บทคัดย่อ

คุณภาพอากาศภายในอาคารส่งผลกระทบโดยตรงต่อสุขภาพของประชากรภายในอาคาร เนื่องจากโดยเฉลี่ยคนส่วนใหญ่ใช้เวลาอยู่ในอาคารประมาณ 90 % ดังนั้นจึงมีความสำคัญในการตรวจสอบคุณภาพอากาศภายในอาคารอยู่เสมอ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบคุณภาพอากาศภายในอาคารของห้องเรียนบางห้องในภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ โดยติดตามปัจจัยทางกายภาพซึ่งประกอบไปด้วยอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ แสง และจำนวนคน ปัจจัยทางเคมีประกอบด้วย ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ปัจจัยทางชีวภาพ ประกอบด้วยแบคทีเรียและรา โดยใช้เครื่องดูดอากาศ MAS100 NT® (MERCK) เก็บข้อมูลในช่วงเดือนตุลาคมและพฤศจิกายน แบ่งเป็น 2 ช่วงเวลา คือ ช่วงเช้า 09:00 น. และช่วงบ่าย 14:00 น. เก็บตัวอย่าง 2 วันต่อสัปดาห์ คือ วันจันทร์และพุธ เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพอากาศภายในอาคาร ผลการวิจัยพบว่าคุณภาพอากาศของห้องเรียนมีหลายปัจจัยเกินค่ามาตรฐานในบางช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่าง ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และปริมาณแบคทีเรีย แต่ปริมาณความสว่างของห้องเรียนทั้ง 2 ห้อง อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน และคุณภาพอากาศที่มีความสัมพันธ์ในทางเดียวกัน ได้แก่ ปริมาณแบคทีเรีย ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และจำนวนคน ดังนั้นจึงควรหาวิธีในการปรับปรุงคุณภาพอากาศภายในอาคาร เช่น การติดตั้งพัดลมดูดอากาศ การล้างทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศเป็นประจำ รวมถึงควรมีการติดตามคุณภาพอากาศภายในอาคารในพื้นที่ที่มีการใช้งานอย่างหนาแน่นอย่างต่อเนื่อง

คำสำคัญ : คุณภาพอากาศภายในอาคาร; จุลินทรีย์ในอากาศ; ห้องเรียน

***ผู้รับผิดชอบบทความ :** pamon_pum@cmru.ac.th

doi: 10.14456/tstj.2021.8

Abstract

Indoor air quality directly affects the health of the occupants of the building. Since many people spend an average of 90 % of their days in buildings, it is important to monitor indoor air quality. This research aimed to monitor the indoor air quality of some classrooms of the Department of Environmental Science, Faculty of Science and Technology, Chiang Mai Rajabhat University. Physical factors (temperature, relative humidity, illuminance, and room-users), chemical factor (carbon dioxide concentration), and biological factors (bacteria and fungi concentration values) were recorded. Microorganisms were sampled using an air sampler MAS100 NT® (MERCK). Indoor air quality was monitored between October and November. Samples were collected in the morning and afternoon twice a week on Monday and Wednesday. The factors affecting indoor air quality were analyzed. The results revealed that the air quality in the classrooms often exceeded safe standards in terms of temperature, relative humidity, carbon dioxide gas and the number of bacteria. However, the degree of illuminance in both classrooms was found to be within the standard. There was a positive correlation between the number of bacteria, carbon dioxide concentration and the number of people in the room. Therefore, improvement in air quality should be initiated by the installation of exhaust fans and the regular cleaning air conditioner units. In addition, indoor air quality of intensively used areas should be frequently monitored.

Keywords: indoor air quality; air borne microorganism; classroom

1. บทนำ

ปัจจุบันการศึกษาคุณภาพอากาศมักมุ่งเน้นที่การศึกษามลภาวะทางด้านอากาศภายนอกอาคาร อย่างไรก็ตาม มลภาวะทางด้านอากาศเกิดขึ้นได้แม้ภายในตัวอาคารเอง รายงานของ WHO พบว่ามลภาวะอากาศภายในอาคารส่งผลกระทบโดยตรงต่อสุขภาพของประชากรภายในอาคาร เนื่องจากอาคารเป็นสถานที่ที่คนใช้ทำกิจกรรมต่าง ๆ โดยเฉลี่ยคนส่วนใหญ่ใช้เวลาอยู่ในอาคารประมาณ 90 % [1] โดยคุณภาพอากาศภายในอาคารที่ดีควรประกอบด้วยการระบายอากาศที่ดี ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไม่สูงเกินไป รวมทั้งมีปริมาณก๊าซไอสารอินทรีย์ระเหย อนุภาคสิ่งสกปรก และจุลินทรีย์ที่ไม่มากจนส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้อยู่ในอาคาร [2] ดังนั้นจึงมีความสำคัญในการออกแบบอาคารให้มีคุณภาพอากาศภายในอาคารที่ดี หรือมีการตรวจสอบคุณภาพอากาศภายในอาคาร โดยเฉพาะอาคารที่ต้องการความสะอาด ได้แก่ โรงพยาบาล สถานประกอบการ สถานศึกษา เป็นต้น ซึ่งการศึกษาคุณภาพอากาศภายนอกมักได้รับความสนใจและมีการตรวจวัดตามจุดต่าง ๆ อย่างสม่ำเสมอ แต่ในหลายสถานที่ยังขาดความตระหนักถึงความสำคัญของคุณภาพอากาศภายในอาคาร โดยหนึ่งในบริเวณที่มีความสำคัญและมีการใช้งานอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา คือ ห้องเรียน การศึกษาคุณภาพอากาศในห้องเรียนทั้งในและต่างประเทศพบว่าห้องเรียนบางแห่งมีคุณภาพอากาศที่ไม่เหมาะสม [3,4] และที่น่าสนใจเป็นอย่างยิ่ง

คือ การสำรวจพบว่าผลของคุณภาพอากาศในห้องเรียนส่งผลต่อประสิทธิภาพการเรียนรู้ของนักศึกษา [5,6]

ปัญหาที่กล่าวในข้างต้นจะเห็นได้ว่าควรมีการตรวจสอบและดูแลคุณภาพอากาศภายในอาคารอย่างสม่ำเสมอ งานวิจัยนี้จึงต้องการสำรวจคุณภาพอากาศภายในอาคารของห้องเรียนบางห้องในภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ มุ่งเป้าที่บริเวณที่มีการใช้สถานที่อย่างหนาแน่น โดยเปรียบเทียบคุณภาพอากาศภายในอาคารกับค่าคุณภาพอากาศมาตรฐาน พร้อมกับการวิเคราะห์ทางสถิติและเพื่อหาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพอากาศ

2. อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 สถานที่เก็บตัวอย่าง

เลือกจุดเก็บตัวอย่างบริเวณ ชั้น 5 อาคาร 2 (อาคารปฏิบัติการวิทยาศาสตร์) โดยเลือกห้องเรียน 252 และ 254 เนื่องจากเป็นบริเวณที่มีการใช้สถานที่เป็นประจำ ซึ่งห้องเรียน 252 เป็นห้องเรียนบรรยาย ขนาด 7.7×9.0 เมตร และห้องเรียน 254 เป็นห้องเรียนบรรยายขนาด 7.7×4.5 เมตร โดยลักษณะและแผนผังห้องเรียนทั้ง 2 ดังแสดงในรูปที่ 1

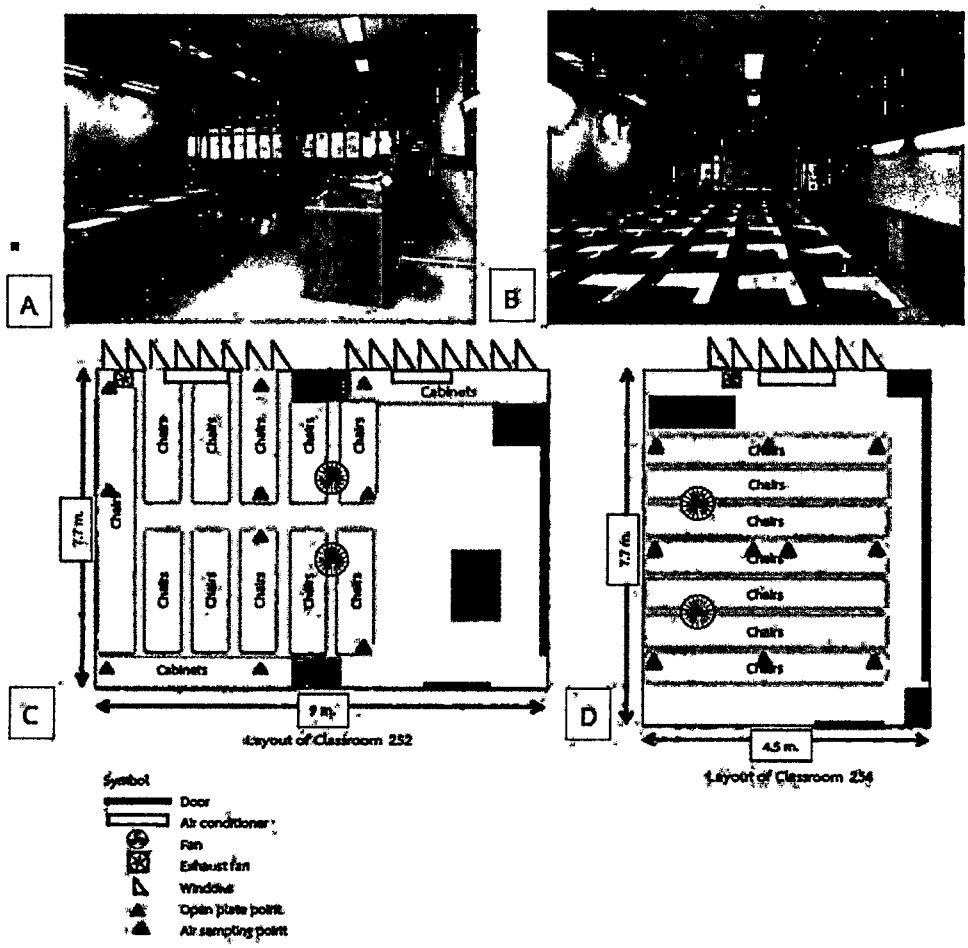

Figure 1 Layout and experimental set up in classroom; (A and C) classroom 252, (B and D) classroom 254

2.2 การเก็บตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างคุณภาพอากาศภายในอาคาร ทั้งปัจจัยทางกายภาพ และวัดจำนวนจุลินทรีย์ ในช่วงเดือนที่มีการใช้สถานที่อย่างหนาแน่น คือ เดือนตุลาคม และพฤศจิกายน โดยตรวจวัดในช่วงเวลาที่มีการเรียนการสอน เก็บตัวอย่าง 2 ครั้งต่อสัปดาห์ ในวันจันทร์ และพุธ วันละ 2 ครั้ง ช่วงเช้าเวลา 09:00 น. และช่วงบ่ายเวลา 14:00 น. โดยมีรายละเอียดและวิธีการเก็บตัวอย่าง ดังนี้

2.2.1 การวัดปริมาณจุลินทรีย์ในอากาศภายในอาคาร

เก็บตัวอย่างจุลินทรีย์ในอากาศเก็บตัวอย่างจุลินทรีย์จากอากาศโดยใช้เครื่องดูดอากาศ Air-sampler System MAS-100 NT® (รูปที่ 2) โดยวางเครื่องดูดอากาศไว้สูงจากพื้นประมาณ 1.2 เมตร ดูดอากาศปริมาตร ด้วยอัตรา 100 ลิตร/นาที เป็นเวลา 10 นาที ดังนั้นปริมาตรอากาศจากการเก็บตัวอย่างเท่ากับ 1 ลูกบาศก์เมตร (100 ลิตร/นาที x 10 นาที x 10^{-3} m^3) โดยเก็บจุดละ 3 ครั้ง และบ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่งโมง โดยอาหารเลี้ยงแบคทีเรียใช้ 2 % nutrient agar และอาหารเลี้ยงราใช้ 4 % Sabouraud dextrose agar (Criterion) นับจำนวนโคโลนีที่เกิดขึ้น เปรียบเทียบกับตารางสถิติของ Feller (1950) [7] เป็นจำนวนโคโลนีที่ปรากฏด้วยค่าทางสถิติที่มีการคาดการว่าอาจมีจุลินทรีย์มากกว่า 1 เซลล์ ถูกดูดในหลุมเดียวกันและปรากฏเพียง 1 โคโลนี เพื่อรายงานในหน่วย colony forming units (CFU/m^3) [8]

2.2.2 การวัดคุณภาพอากาศภายในอาคาร

ตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคาร ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิ ตรวจวัดโดยเครื่อง Desktop Indoor Air Quality CO_2 Monitor รุ่น DT-802 ความสว่างตรวจวัดโดยเครื่อง Digital Lux Meter รุ่น LX 1330B และนับจำนวนผู้ใช้ห้องในช่วงเวลาเก็บตัวอย่าง เปรียบเทียบคุณภาพอากาศ โดยอ้างอิงตามค่าคุณภาพอากาศภายในอาคารที่เหมาะสมสำหรับอาคารจากคู่มือการปฏิบัติงานเพื่อการตรวจประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคาร สำหรับเจ้าหน้าที่ของสำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข ปี พ.ศ. 2559 [9] ยกเว้นแต่ค่าความสว่างในห้องเรียน เนื่องจากสำนักอนามัยสิ่งแวดล้อมไม่ได้กำหนดมาตรฐานด้านแสงสว่าง จึงอ้างอิงจากเกณฑ์มาตรฐานแสงสว่างของสมาคมแสงสว่างแห่งประเทศไทย (TIEA) [10]

Figure 2 Air-sampler System MAS-100 NT®

2.3 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพอากาศปัจจัยต่าง ๆ

2.3.1 การวิเคราะห์คุณภาพอากาศโดยรวม

วิเคราะห์ความแตกต่างของคุณภาพอากาศโดยรวมโดยเปรียบเทียบ ระหว่าง ห้องเรียน 252 และ 254 ทั้ง 2 ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่าง ด้วยสถิติ ANOSIM โดยใช้ Package 'vegan' โปรแกรม R [11,12]

2.3.2 การวิเคราะห์ความแตกต่างคุณภาพอากาศประเภทต่าง ๆ

วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคุณภาพอากาศประเภทต่าง ๆ โดยใช้ สถิติ ANOVA และ post hoc Tukey b ด้วยโปรแกรมทางสถิติ SPSS

2.3.3 การหาความสัมพันธ์ของข้อมูลคุณภาพอากาศปัจจัยต่าง ๆ

หาความสัมพันธ์ของข้อมูลคุณภาพอากาศปัจจัยต่าง ๆ ด้วยสถิติ Pearson correlation ด้วยโปรแกรมทางสถิติ SPSS

3. ผลการวิจัยและวิจารณ์

3.1 การคัดเลือกจุดเก็บตัวอย่างที่มีการใช้สถานที่อย่างหนาแน่น

การคัดเลือกจุดเก็บตัวอย่างอาคารในมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ เพื่อตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคาร โดยเลือกจากบริเวณที่มีการใช้สถานที่อย่างหนาแน่น ได้แก่ อาคาร 2 ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ชั้น 5 จำนวน 2 จุด ได้แก่ ห้องเรียน 252 และ 254 ซึ่งพื้นที่เก็บตัวอย่างทั้ง 2 จุด เป็นห้องเรียนมีการเปิดเครื่องปรับอากาศ และบางวันก็ไม่มีการเปิดใช้ แต่จะมีการเปิดหน้าต่างและเปิดพัดลม

3.2 การวัดปริมาณจุลินทรีย์ในอากาศภายในอาคาร

การศึกษาปริมาณจุลินทรีย์ในอากาศในอาคาร 2 ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ชั้น 5 ห้องเรียน 252 และ 254 พบว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณแบคทีเรียและราระหว่างห้อง 252 และ 254 มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกับผลการเปรียบเทียบปริมาณแบคทีเรียและราในช่วงเช้าและช่วงบ่ายที่พบว่ามีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน (ตารางที่ 1)

เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพอากาศทั้ง 2 ช่วงเวลา คือ ช่วงระยะเวลาเก็บตัวอย่าง ช่วงที่ 1 (เดือนตุลาคม) และช่วงระยะเวลาเก็บตัวอย่าง ช่วงที่ 2 (เดือนพฤศจิกายน) เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่มีการเรียนการสอนและการใช้งานห้องเรียนต่างกัน โดยใช้สถิติ ANOSIM พบว่ามีเพียงคุณภาพอากาศเท่านั้น ที่เปลี่ยนไปอย่างมีนัยสำคัญ (ห้อง 252 p = 0.03, ห้อง 254 p = 0.103) แต่ไม่มีผลต่อปริมาณแบคทีเรียและปริมาณราในอากาศ (รูปที่ 3)

3.3 การวัดคุณภาพอากาศภายในอาคาร

การศึกษาคุณภาพอากาศในอาคาร 2 ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ชั้น 5 ห้องเรียน 252 และ 254 ได้แก่ ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ความชื้นสัมพัทธ์ ความสว่าง และอุณหภูมิ พบว่าค่าเฉลี่ยของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในห้อง 252 ทั้ง 2 ระยะเวลาการเก็บตัวอย่างมีปริมาณสูงกว่าห้อง 254 ในช่วงเช้า แต่ช่วงเช้าห้อง 254 มีความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่าช่วงบ่ายและสูงกว่าความชื้นสัมพัทธ์ในห้อง 252 ทั้ง 2 ระยะเวลาการเก็บตัวอย่าง อย่างไรก็ตามห้องเรียนทั้ง 2 ห้อง ทั้งในช่วงเช้าและช่วงบ่ายมีอุณหภูมิอากาศและ

Table 1 Average air qualities from the sampling sites compared with indoor air quality standards

Factors that affect air quality	Indoor air quality standards	26 October - 9 November (first period)				14-30 November (second period)			
		Classroom 252		Classroom 254		Classroom 252		Classroom 254	
		Morning	Afternoon	Morning	Afternoon	Morning	Afternoon	Morning	Afternoon
Temperature (°C)	24-26	26.54±0.60 a	26.78±0.72 a	27.48±0.23 a	26.72±1.24 a	26.94±0.66 a	27.3±1.52 a	27.32±0.70 a	27.16±0.83 a
Relative humidity (%RH)	50-65	63.78±1.01 a	65.16±1.69 a	81.38±1.36 b	67.68±4.51 a	66.60±4.06 a	62.48±7.48 a	69.00±5.62 a	62.26±4.77 a
Illuminance (Lux)	300-500	344.60±23.14 a	323.18±14.91 a	393.90±50.58 a	383.30±54.69 a	391.40±15.92 a	357.76±29.38 a	438.86±42.04 b	358.34±32.26 a
People (Person)	-	28.80±6.52 ab	38.20±7.44 b	7.40±8.43 a	19.20±16.22 ab	11.20±10.49 ab	26.20±15.19 b	5.00±3.79 a	10.80±9.66 ab
CO_2 (ppm)	<1,000	2,529.4±1,433.5 b	2,509.0±665.09 b	810.8±84.10 a	1,937.6±863.8 b	891.2±345.44 ab	1,240.6±616.55 ab	706.2±56.81 a	791.0±160.02 a
Bacteria (CFU/m^3)	<500	585.33±622.4 a	561.33±96.67 a	329.33±189.78 a	378.00±223.70 a	563.33±322.72 a	387.33±82.55 a	326.00±307.81 a	272.00±132.41 a
Fungi (CFU/m^3)	<500	118.00±42.82 a	78.67±27.70 a	99.33±22.45 a	60.00±32.46 a	74.67±35.56 a	100.67±31.369 a	116.67±46.236 a	70.67±18.78 a

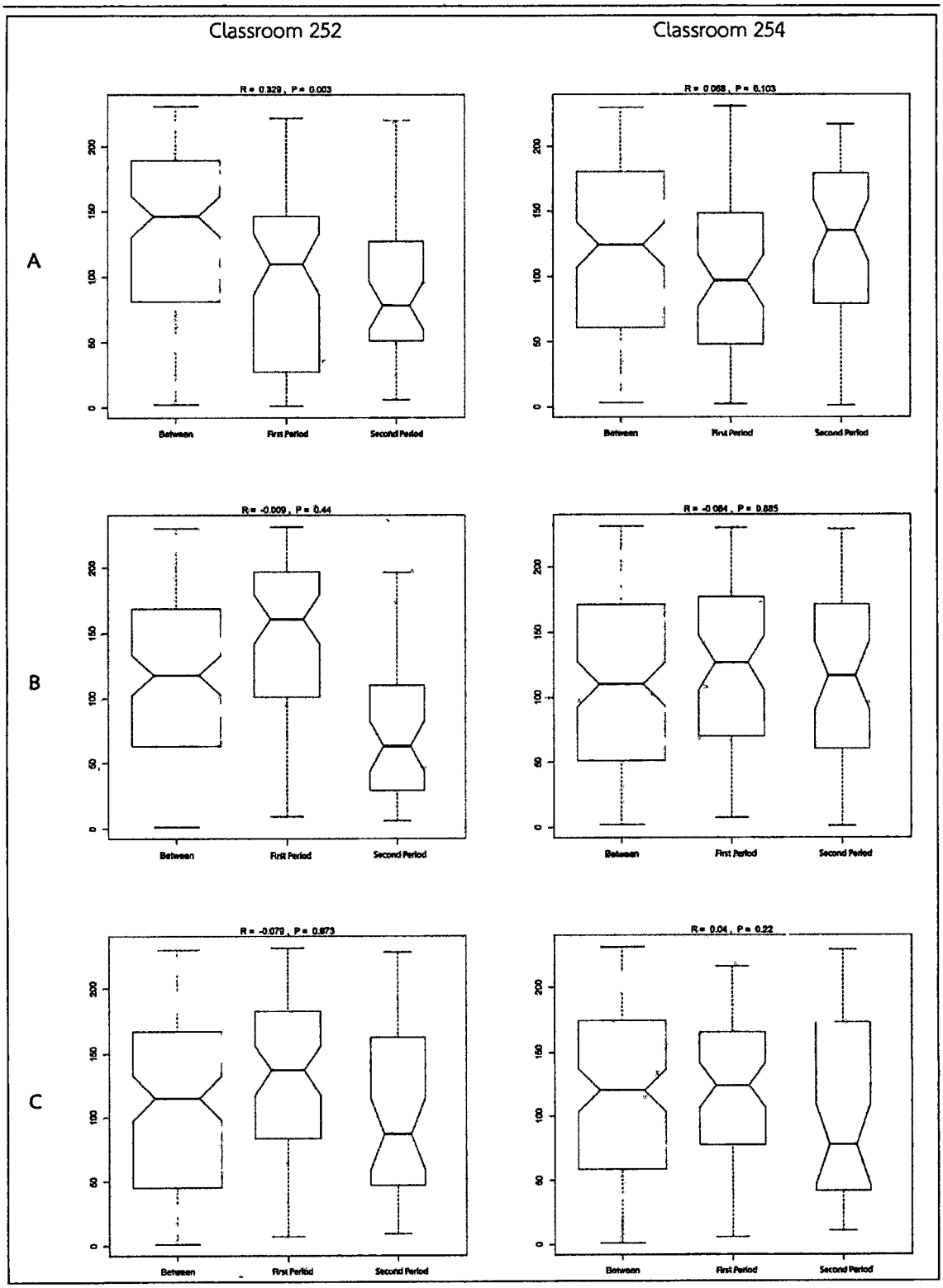

Figure 3 Comparison of air quality in classrooms 252 and 254 A: total air quality B: amount of bacteria C: amount of fungi

Table 2 Relationship between air quality factors affecting bacteria and fungi

		CO_2	%RH	Temperature	Illuminance	People	Bacteria	Fungi
CO_2	Pearson correlation	1	-0.288	-0.450**	-0.379*	0.725**	0.463**	-0.201
	Sig. (2-tailed)		0.058	.002	0.011	0.000	0.002	0.191
	N	44	44	44	44	44	44	44
%RH	Pearson correlation	-0.288	1	0.163	0.310*	-0.369*	-0.272	0.040
	Sig. (2-tailed)	0.058		0.291	0.040	0.014	0.074	0.798
	N	44	44	44	44	44	44	44
Temperature	Pearson correlation	-0.450**	0.163	1	0.448**	-0.250	-0.101	0.194
	Sig. (2-tailed)	0.002	0.291		0.002	0.102	0.515	0.207
	N	44	44	44	44	44	44	44
illuminance	Pearson correlation	-0.379*	0.310*	0.448**	1	-0.494**	-0.270	0.173
	Sig. (2-tailed)	0.011	0.040	0.002		0.001	0.076	0.262
	N	44	44	44	44	44	44	44
People	Pearson correlation	0.725**	-0.369*	-0.250	-0.494**	1	0.553**	-0.172
	Sig. (2-tailed)	0.000	0.014	0.102	0.001		0.000	0.266
	N	44	44	44	44	44	44	44
Bacteria	Pearson correlation	0.463**	-0.272	-0.101	-0.270	0.553**	1	1
	Sig. (2-tailed)	0.002	0.074	0.515	0.076	0.000		
	N	44	44	44	44	44	132	132

**Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed); *Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

และความสว่างต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 1) และเมื่อนำค่าคุณภาพอากาศที่ได้จากการตรวจวัดช่วงที่ 1 ระหว่างวันที่ 26 ตุลาคม ถึง 9 พฤศจิกายน เปรียบเทียบกับค่าคุณภาพอากาศภายในอาคารที่เหมาะสมสำหรับอาคารจากคู่มือการปฏิบัติงานเพื่อการตรวจประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคารสำหรับเจ้าหน้าที่ของสำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข ปี พ.ศ. 2559 ดังแสดงในตารางที่ 1 พบว่าคุณภาพอากาศของห้องเรียน 252 และ 254 หลายปัจจัยเกินค่ามาตรฐานในบางช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่าง ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และปริมาณแบคทีเรีย แต่ปริมาณความสว่างของห้องเรียนทั้ง 2 ห้อง อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งปัจจัยที่เกินค่ามาตรฐานอาจส่งผลให้เป็นอันตรายต่อสุขภาพ เมื่อเปรียบเทียบกับผลการสำรวจห้องเรียนในพื้นที่ต่าง ๆ พบว่าห้องเรียนส่วนใหญ่มักประสบปัญหาเดียวกันในการควบคุมอุณหภูมิและความชื้น [3,13] และการศึกษาพบว่าปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่สูงมีผลกระทบต่อสมาธิของผู้เรียน [14] ดังนั้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ในห้องเรียนจึงควรหาแนวทางในการปรับปรุงเพื่อลดมลภาวะดังกล่าว

3.4 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยทางคุณภาพอากาศที่มีผลต่อปริมาณจุลินทรีย์

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยทางคุณภาพอากาศที่มีผลต่อปริมาณแบคทีเรียและรา โดยใช้สถิติ Pearson correlation พบว่าปริมาณแบคทีเรียมีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับจำนวนผู้ใช้ห้องและปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (ตารางที่ 2) ซึ่งจำนวนผู้ใช้ห้องส่งผลต่อปริมาณแบคทีเรียนั้นเนื่องจากการดำเนินกิจกรรมของผู้ใช้ห้องส่งผลให้เกิดการเคลื่อนที่ของมวลอากาศและเป็นพาหะ

ในการนำพาแบคทีเรียเข้ามาภายในห้อง ทำให้มีปริมาณแบคทีเรียในอากาศเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ผู้ใช้ห้องยังปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกสู่อากาศในห้องอีกด้วย ในทางตรงกันข้ามปริมาณรากลับไม่มีความสัมพันธ์เชิงสถิติกับปัจจัยทางคุณภาพอากาศ (ตารางที่ 2) เนื่องจากรามีการแพร่กระจายอยู่ทั่วไปในอากาศในรูปของสปอร์ ซึ่งแพร่กระจายในสิ่งแวดล้อมได้ดีกว่าจุลินทรีย์กลุ่มอื่น ทำให้ไม่ได้รับผลกระทบจากปัจจัยทางคุณภาพอากาศ [15]

เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพอากาศโดยรวมช่วงการเก็บตัวอย่างช่วงที่ 1 กับช่วงที่ 2 พบว่าคุณภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงไป ได้แก่ ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และความชื้นสัมพัทธ์ (ตารางที่ 3) และเมื่อพิจารณาถึงคุณภาพอากาศของทั้งสองห้องพบว่าคุณภาพอากาศโดยรวมของทั้งสองห้องยังเกินค่ามาตรฐานที่กำหนด ยกเว้นปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ลดลงต่ำกว่าค่ามาตรฐานกำหนด ซึ่งอาจเกิดจากจำนวนของผู้ใช้งานในห้องที่ลดลง ผลจากคุณภาพอากาศภายในอาคารที่ได้จึงควรหาวิธีในการปรับปรุงคุณภาพอากาศภายในอาคาร ได้แก่ การติดตั้งพัดลมดูดอากาศ การล้างทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศเป็นประจำ เป็นต้น รวมถึงควรมีการติดตามคุณภาพอากาศภายในอาคารในพื้นที่ที่มีการใช้งานอย่างหนาแน่นอย่างต่อเนื่อง

Table 3 Statistical analysis result of air quality compared first period and second period

		Sum of squares	df	Mean squares	F	Sig.
CO_2	Between groups	7222993	1	7222993	7.560045	0.009
	Within groups	40127498	42	955416.6		
	Total	47350491	43			
%RH	Between groups	181.8939	1	181.8939	3.408148	0.072
	Within groups	2241.553	42	53.37032		
	Total	2423.447	43			
Temperature	Between groups	0.146371	1	0.146371	0.134634	0.716
	Within groups	45.66158	42	1.087181		
	Total	45.80795	43			
Illuminance	Between groups	5153.171	1	5153.171	1.967932	0.168
	Within groups	109980	42	2618.571		
	Total	115133.2	43			
People	Between groups	739.503	1	739.503	3.467143	0.070
	Within groups	8958.133	42	213.2889		
	Total	9697.636	43			
Bacteria	Between groups	651.3222	1	651.3222	0.898731	0.345
	Within groups	94212.76	130	724.7135		
	Total	94864.08	131			
Fungi	Between groups	6.384091	1	6.384091	0.269697	0.604
	Within groups	3077.275	130	23.67135		
	Total	3083.659	131			

4. สรุป

ผลการวิจัยที่ได้สามารถสรุปได้ว่าคุณภาพอากาศภายในอาคาร 2 ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ชั้น 5 จำนวน 2 ห้อง ได้แก่ ห้องเรียน 252 และ 254 ทั้งช่วงที่ 1 และ ช่วงที่ 2 โดยทั่วไปยังไม่เป็นไปตามค่ามาตรฐานที่กำหนดสำหรับคุณภาพอากาศในอาคาร โดยจำนวนผู้ใช้ห้องเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และปริมาณแบคทีเรีย ซึ่งทั้ง 3 ปัจจัยนี้จะมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน และการทดลองนี้มุ่งหวังศึกษาด้านคุณภาพอากาศทางกายภาพและชีวภาพ แต่ด้านเคมียังครอบคลุมไม่ครบถ้วน เช่น ปริมาณสารอินทรีย์ระเหยที่เป็นอันตราย ดังนั้นจึงควรมีการตรวจวัดปริมาณสารอินทรีย์ระเหยเพื่อเป็นข้อมูลสนับสนุนในการตรวจวัดมลภาวะทางอากาศให้ครบทุกด้าน

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ งบประมาณแผ่นดิน ปี 2559

6. References

[1] World Health Organization, 2006, WHO Air Quality Guidelines for Particulate Matter, Ozone, Nitrogen Dioxide and Sulfur Dioxide, WHO Press, Geneva, 20 p.

[2] Ajavakom, N., Indoor Air Quality, Available Source: https://www.slideshare.net/ThitipornKlainil/1-7499580, July 23, 2019. (in Thai)

[3] Katsakorn, A. and Phangchandha, R., 2015, Evaluation of indoor air quality conditions in classrooms, JPE 1: 238-247. (in Thai)

[4] Supansomboon, S., 2017, The Study of Indoor Environmental Quality in Class rooms in Faculty of Architecture, Khon Kaen University Using Occupants' Opinion, pp. 337-339, BTAC 2017, Khon Kaen University, Khon Kaen. (in Thai)

[5] Lee, M.C., Mui, K.W., Wong, L.T., Chan, W.Y., Lee, E.W.M. and Cheung, C.T., 2012, Student learning performance and indoor environmental quality (IEQ) in air-conditioned university teaching rooms, Build. Environ. 49: 238-244.

[6] Twardella, D., Matzen, W., Lahrz, T., Burghardt, R., Spegel, H., Hendrowarsito, L., Frenzel, A. and Fromme, H., 2012, Effect of classroom air quality on students' concentration: results of a cluster–randomized cross–over experi mental study, Indoor Air 22: 378-387.

[7] Feller, W., 1950, An Introduction to the Probability Theory and Its Application, John Wiley and sons, Inc., New York, 175 p.

[8] Meier, R. and Zingre, H., 2000, Qualifica tion of air sampler systems: The MAS-100, Swiss Pharm. 22: 15-21.

[9] Bureau of Environmental Health, 2016, Operating Manual for Indoor Air Quality Assessment for Staff, Department of Health, Ministry of Public Health, Nonthaburi, 95 p. (in Thai)

[10] Jantarakot, S. and Chaiyakul, Y. ,2017, Lighting for Classroom at Khon Kaen University, pp. 227-236, BTAC 2017, Khon Kaen University, Khon Kaen. (in Thai)

[11] Oksanen, J., Blanchet, F.G., Friendly, M., Kindt, R., Legendre, P., McGlin, D., Minchin, P.R., O'hara, R.B., Simpson, G.L., Solymos, P. and Wagner, H., 2017, Vegan: Community Ecology Package, R Package Version 2.4-3, Available Source: https://cran.r-project.org/web/packages/vegan, July 23, 2019.

[12] January, W., 2017, pca3d: Three Dimensional PCA Plots, R Package Version 0.10, Available Source: http://cran.nexr.com/web/packages/pca3d, July 23, 2019.

[13] Johnson, D.L., Lynch, R.A., Floyd, E.L., Wang, J. and Bartels, J.N., 2018, Indoor air quality in classrooms: Environmental measures and effective ventilation rate modeling in urban elementary schools. Build. Environ, 136: 185-197.

[14] Coley, D.A., Greeves, R. and Saxby, B.K., 2007, The effect of low ventilation rates on the cognitive function of a primary school class, Int. J. Vent. 6: 107-112.

[15] Maier, R.M., Pepper, I.L. and Gerba, C.P., 2009, Environmental Microbiology, 2nd Ed., Academic Press, Boston, 624 p.