คุณภาพอากาศด้านจุลินทรีย์ กายภาพ และสิ่งแวดล้อมภายในอาคารห้องสมุดมหาวิทยาลัยในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

เนตรชนก สมใจ[1], พิพัฒน์ ลักษมีจรัลกุล[2*], พิศิษฐ์ วัฒนสมบูรณ์[3], สุคนธา ศิริ[4]

[1]หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สาธารณสุขศาสตร์) สาขาวิชาโรคติดเชื้อและวิทยาการระบาด บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพมหานคร
[2]คณะวิทยาศาสตร์สุขภาพ วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม กรุงเทพมหานคร
[3]ภาควิชาวิทยาศาสตร์อนามัยสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพมหานคร
[4]ภาควิชาระบาดวิทยา คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพมหานคร
*Corresponding author email: pipatl@siamtechno.ac.th, pipat.luk@mahidol.ac.th

ได้รับบทความ: 12 พฤษภาคม 2562
ได้รับบทความแก้ไข: 5 ตุลาคม 2562
ยอมรับตีพิมพ์: 12 ตุลาคม 2562

บทคัดย่อ

คุณภาพอากาศภายในอาคารเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อสุขภาพของผู้อาศัยหรือปฏิบัติงานประจำภายในอาคาร รวมทั้งผู้ที่ปฏิบัติงานในห้องสมุด การศึกษาภาคตัดขวางเพื่อประเมินคุณภาพอากาศทางจุลินทรีย์ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และสังเกตสิ่งแวดล้อมทางกายภาพภายในอาคารห้องสมุดของมหาวิทยาลัย 4 แห่ง (A, B, C และ D) ในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล เก็บตัวอย่างอากาศภายในห้องสมุด จำนวน 115 ตัวอย่าง ด้วยเครื่องเก็บอากาศ Millipore air tester ตรวจวัดปริมาณแบคทีเรียและรา วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์บริเวณเดียวกัน วิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ผลการวิจัย พบว่า ภายในอาคารห้องสมุดทั้ง 4 แห่ง อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในมีความเหมาะสม มีการใช้เครื่องปรับอากาศชนิด Split type ค่าเฉลี่ยของแบคทีเรียในตัวอย่างอากาศภายในห้องสมุดของมหาวิทยาลัย A, B, C และ D เท่ากับ 255 cfu/m^3, 184 cfu/m^3, 218 cfu/m^3 และ 229 cfu/m^3 ตามลำดับ (ตัวอย่างอากาศภายนอกอาคาร = 988 cfu/m^3, 984 cfu/m^3, 756 cfu/m^3 และ 744 cfu/m^3 ตามลำดับ) สำหรับราพบ

ในห้องสมุด เท่ากับ 201 cfu/m^3, 159 cfu/m^3, 80 cfu/m^3 และ 127 cfu/m^3 ตามลำดับ (ตัวอย่างอากาศภายนอกอาคาร = 252 cfu/m^3, 492 cfu/m^3, 480 cfu/m^3 และ 504 cfu/m^3 ตามลำดับ) เมื่อเปรียบเทียบกับค่าที่ยอมรับได้ (≤500 cfu/m^3) พบว่า มีค่าร้อยละ 78.4, 92.6, 83.3 และ 88.9 ของห้องสมุด A, B, C และ D ตามลำดับ มีปริมาณแบคทีเรียอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ และร้อยละ 89.2, 92.6, 100.0 และ 96.3 ของตัวอย่างอากาศจากห้องสมุด A, B, C และ D มีปริมาณราในระดับที่ยอมรับได้ ตามลำดับ อย่างไรก็ตามยังมีตัวอย่างอากาศที่เก็บจากบางบริเวณของห้องสมุดที่มีปริมาณเกินกว่าค่าที่ยอมรับได้ ดังนั้น ผู้รับผิดชอบควรจัดการดูแลคุณภาพอากาศในห้องสมุดให้มีคุณภาพอากาศที่ดี

คำสำคัญ: คุณภาพอากาศด้านจุลินทรีย์ภายในอาคาร / อุณหภูมิ / ความชื้นสัมพัทธ์ / ห้องสมุดมหาวิทยาลัย

Microbial Air Quality, Physical, and Indoor Environment in University Libraries of Bangkok Metropolitan Region

Netchanok Somjai[1], Pipat Luksamijarulkul[2*], Pisit Vatanasomboon[3], Sukhontha Siri[4]

[1]Master of Science (Public Health), Program in Infectious Diseases and Epidemiology, Faculty of Graduate Studies, Mahidol University, Bangkok
[2]Faculty of Health Sciences, Siam Technology Collage, Bangkok
[3]Department of Environmental Health Science, Faculty of Public Health, Mahidol University, Bangkok
[4]Department of Epidemiology, Faculty of Public Health, Mahidol University, Bangkok
[*]Corresponding author email: pipatl@siamtechno.ac.th, pipat.luk@mahidol.ac.th

Received: 12 May 2019
Revised: 5 October 2019
Accepted: 12 October 2019

Abstract

Indoor air quality is one of several factors affecting the health and well-being of people who regularly spend their time in indoors including libraries. A cross-sectional study was carried out to assess microbial indoor air quality, temperature, relative humidity and to observe some physical environments in 4 selected university libraries (A, B, C and D) in Bangkok Metropolitan Region. Totally, 115 air samples were collected using Millipore air tester to assess bacterial and fungal counts. Temperature and relative humidity were measured. Descriptive statistics was used for data analysis and presentation. Results revealed that all have optimal temperature and relative humidity. Air conditioners were split type. Means of bacterial counts

in library A, B, C and D were 255 cfu/m^3, 184 cfu/m^3, 218 cfu/m^3 and 229 cfu/m^3, respectively (outdoor air samples = 988 cfu/m^3, 984 cfu/m^3, 756 cfu/m^3 and 744 cfu/m^3, respectively). Those of fungal counts in library A, B, C and D were 201 cfu/m^3, 159 cfu/m^3, 80 cfu/m^3 and 127 cfu/m^3, respectively (outdoor air samples = 252 cfu/m^3, 492 cfu/m^3, 480 cfu/m^3 and 504 cfu/m^3, respectively). When compared with the acceptable level (≤500 cfu/m^3), it was found that bacterial acceptable level were 78.4%, 92.6%, 83.3% and 88.9% in library A, B, C and D, respectively, and fungal acceptabilities were 89.2%, 92.6%, 100.0% and 96.3%, respectively. However, there were some areas in studied libraries that had microbial counts higher than the acceptable level. Library administrators should regularly manage for good indoor air quality.

Keywords: Microbial indoor air quality / Temperature / Relative humidity / University libraries

บทนำ

คุณภาพอากาศภายในอาคาร (Indoor air quality: IAQ) เป็นหนึ่งในปัจจัยที่สำคัญที่มีผลกระทบต่อสุขภาพและคุณภาพชีวิตของมนุษย์ที่อาศัยหรือปฏิบัติงานอยู่ประจำภายในอาคาร ทั้งในประเทศกำลังพัฒนาและประเทศพัฒนาแล้ว [1] หนึ่งในปัญหาสำคัญของคุณภาพอากาศภายในอาคารคือ การปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศ ได้แก่ แบคทีเรีย เชื้อรา และไวรัส [2] โดยแหล่งที่มาของการปนเปื้อนจุลินทรีย์ในอากาศมาจากมนุษย์ ฝุ่น วัสดุต่าง ๆ ภายในอาคาร การไหลเวียนของอากาศภายในและภายนอกอาคาร และระบบการทำงานของเครื่องปรับอากาศภายในอาคาร [3] คุณภาพอากาศภายในอาคารที่ต่ำกว่าค่าที่ยอมรับได้ (Acceptable level หรือ Recommended level) อาจส่งผลก่อให้เกิดอาการของทางเดินหายใจ (Respiratory symptoms) เช่น หอบหืด การติดเชื้อทางเดินหายใจ ไอ จาม และหายใจลำบาก [2] การปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในปริมาณสูงอาจนำไปสู่การเกิดโรคภูมิแพ้ หอบหืด และโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ [4,5] นอกจากนี้พบว่า การปนเปื้อนเชื้อรา ไรฝุ่น สารระเหยอินทรีย์ สารเคมีที่ใช้ภายในอาคาร ก๊าซบางชนิด ฝุ่นอนุภาคขนาดเล็ก ระบบการระบายอากาศบกพร่อง ความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิที่ไม่เหมาะสม อาจก่อให้เกิดกลุ่มอาการเจ็บป่วยภายในอาคาร (Sick building syndrome: SBS) หรืออาการเจ็บป่วยที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพอากาศภายในอาคาร (IAQ related illnesses) [2]

การศึกษาก่อนหน้านี้ พบว่า การเพิ่มจำนวนของผู้ป่วยภูมิแพ้จากสปอร์ราและฝุ่นมากขึ้น โดยเฉพาะในกลุ่มวัยรุ่น เช่น นักเรียน นักศึกษา เป็นต้น [6] และยังพบว่า ห้องสมุดมีโอกาสสูงในการปนเปื้อนจุลินทรีย์จากอากาศ โดยจุลินทรีย์เหล่านี้สามารถเพิ่มจำนวนมากขึ้นในห้องสมุดที่มีความชื้นสูง รวมทั้งอาคารสาธารณะอื่น ๆ เช่น ห้องเรียนในโรงเรียน วิทยาลัย และมหาวิทยาลัย เป็นต้น [3] นอกจากจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพและการดำรงชีวิตของมนุษย์แล้ว เชื้อจุลินทรีย์บางชนิดโดยเฉพาะเชื้อรา ยังสามารถทำลายกระดาษสมุดหรือวารสารต่าง ๆ ในห้องสมุดอีกด้วย เช่น *Aspergillus* spp., *Penicilium* spp., *Trichoderma* spp., *Alternaria* spp., *Mucor* spp., *Rhizopus* spp. และแบคทีเรียกลุ่มเฮเทอโรโทรฟิกแบคทีเรีย (Heterotrophic bacteria) [7] นอกจากนี้แบคทีเรียที่อยู่ในกระดาษมีการเพิ่มจำนวนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในห้องสมุดที่มีความชื้นสูงและเคยถูกน้ำท่วมมาก่อน [3,7] รวมทั้งอุณหภูมิและความชื้นที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้คุณภาพอากาศภายในอาคารลดลง [8] การศึกษาของ Mladen และคณะ พบว่า อุปกรณ์และระบบการทำงานของเครื่องปรับอากาศมีความสัมพันธ์กับการไหลเวียนอากาศภายในอาคาร โดยการไหลเวียนอากาศที่ดีจะทำให้คุณภาพอากาศภายในอาคารดีขึ้นด้วย [9] นอกจากนี้คุณภาพอากาศภายในอาคารที่อยู่ใกล้ถนน บริเวณที่มีการจราจรหนาแน่น มักมีการปนเปื้อนฝุ่นและ

จุลินทรีย์ในปริมาณสูง [10] งานวิจัยในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณภาพอากาศด้านจุลินทรีย์ กายภาพ และสิ่งแวดล้อม (เช่น อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และแสงสว่าง เป็นต้น) ภายในอาคารห้องสมุดของมหาวิทยาลัยบางแห่ง ในกรุงเทพมหานครและปริมณฑลที่ตั้งอยู่ในบริเวณที่มีการจราจรหนาแน่น เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานสู่การปรับปรุงคุณภาพอากาศภายในห้องสมุดดังกล่าวต่อไป

วัสดุและวิธีการ

แบบการวิจัย ตัวอย่างอากาศที่ศึกษาและการเก็บตัวอย่าง

การศึกษาภาคตัดขวาง (Cross-sectional study) เพื่อประเมินคุณภาพอากาศภายในห้องสมุด กลุ่มตัวอย่าง คือ ตัวอย่างอากาศภายในห้องสมุด จำนวน 115 ตัวอย่าง เก็บจากห้องสมุดมหาวิทยาลัย 4 แห่ง ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลที่อยู่ในบริเวณที่มีการจราจรหนาแน่น (เลือกแบบเจาะจงตามความร่วมมือและสมัครใจ) ได้แก่ ห้องสมุดมหาวิทยาลัย A (เปิดบริการ 5 ชั้น) มหาวิทยาลัย B (เปิดบริการ 3 ชั้น) มหาวิทยาลัย C (เปิดบริการ 3 ชั้น) และมหาวิทยาลัย D (เปิดบริการ 3 ชั้น) เปิดให้บริการเวลา 8.30-18.00 น. ทำการเก็บตัวอย่างอากาศประมาณ 25-30 ตัวอย่างต่อมหาวิทยาลัย (ชั้นละ 6-9 ตัวอย่าง) ขึ้นอยู่กับพื้นที่ห้องสมุดและพื้นที่การทำงานของเจ้าหน้าที่ห้องสมุด โดยเน้นบริเวณที่มีเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานอยู่ และเก็บตัวอย่างอากาศภายนอกอาคารจำนวน 20 ตัวอย่าง (5 ตัวอย่างต่อมหาวิทยาลัย) เพื่อใช้เปรียบเทียบ ในระหว่างการเก็บตัวอย่างอากาศ จะทำการวัดอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ของบริเวณนั้นโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบกระเปาะที่มีค่าสูงสุดและต่ำสุดซึ่งใช้สำหรับความชื้นสัมพัทธ์ด้วย นอกจากนี้ได้ใช้วิธีสังเกตสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ ชนิดของเครื่องปรับอากาศ การปนเปื้อนของผนังหรือเพดาน และพื้นห้อง สำหรับแสงสว่างการศึกษาครั้งนี้ไม่ได้ใช้เครื่องวัดแต่ได้จากการสอบถามตามการรับรู้ของผู้ใช้ห้องสมุดประกอบกับการประเมินตัวอย่างอากาศอีกด้วย

การเก็บตัวอย่างอากาศจะทำการเก็บในช่วงเวลาห้องสมุดเปิดทำการระหว่างเวลา 8.30-12.00 น. โดยเก็บอากาศตำแหน่งละ 2 ตัวอย่าง เพื่อตรวจแบคทีเรียและรา โดยใช้เครื่องเก็บอากาศยี่ห้อ Millipore air tester (Millipore®, บริษัท Merck Millipore ประเทศเยอรมัน) เก็บตัวอย่างอากาศจำนวน 250 ลิตร โดยวางเครื่องเก็บอากาศอยู่สูงจากพื้น 1 เมตร ทำการเก็บตัวอย่างอากาศ ณ บริเวณจุดที่มีเจ้าหน้าที่ห้องสมุดปฏิบัติงานอยู่และบริเวณที่มีผู้ใช้บริการอยู่ การเก็บตัวอย่างอากาศใช้วิธี Active air sampling [11] โดยใช้เครื่องเก็บอากาศดูดตัวอย่างอากาศจากบริเวณที่ต้องการเก็บลงในอาหารเลี้ยงเชื้อตามชนิดของเชื้อที่ต้องการประเมินดังรายละเอียดการของเครื่องมือและการเก็บตัวอย่างตามวิธีการของ Luksamijarulkul and Pipitsangjan [12] อาหารเลี้ยงเชื้อแบคทีเรีย คือ

Plate count agar (PCA) จากนั้นนำตัวอย่างที่ได้ไปบ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2-3 วัน และอาหารเลี้ยงเชื้อรา คือ Sabouraud glucose agar (SGA) ร้อยละ 4 บ่มตัวอย่างที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 5 วัน และนำโคโลนีที่ได้มาตรวจวิเคราะห์กลุ่ม หรือสกุล (Genus) ในห้องปฏิบัติการทางจุลชีววิทยา คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล โดยใช้วิธีการย้อมสีแกรม (Gram's stain) และย้อมสีตัวอย่างราด้วย Lacto-phenol cotton blue ตามวิธีของ Larone [13] นับจำนวนโคโลนีแล้วคำนวนหาปริมาณแบคทีเรียและรา โดยใช้สูตรตามคู่มือของเครื่อง Millipore air tester อ้างโดย Luksamijarulkul and Pipitsangjan [12]

$$\text{Total count, cfu/m}^3 \text{ (colony forming unit/m}^3) = \frac{\text{Total colony} \times 10^3}{250}$$

การแปลผลคุณภาพอากาศทางจุลินทรีย์

เนื่องจากในการประเมินคุณภาพอากาศด้านจุลินทรีย์ปัจจุบันยังไม่มีค่ามาตรฐานสากล (International standard level) รวมทั้งในประเทศไทย อย่างไรก็ดีในกรณีที่ตัวอย่างอากาศที่มีปริมาณจุลินทรีย์มากกว่า 500 cfu/m^3 ซึ่งเป็นค่าระดับที่เกินเกณฑ์ที่ยอมรับได้ที่เสนอแนะไว้โดย American Industrial Hygiene Association [14] และกระทรวงสิ่งแวดล้อมของประเทศสิงคโปร์ [15] ได้ประเมินไว้ว่าเป็นคุณภาพอากาศไม่ถูกสุขลักษณะ การระบายอากาศไม่ดีและไม่เหมาะสมกับการอยู่อาศัยหรือปฏิบัติงานเป็นประจำ

การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษานี้จะวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

การศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัย เรื่อง คุณภาพอากาศทางจุลชีววิทยาภายในอาคารห้องสมุดมหาวิทยาลัย และอาการเจ็บป่วยที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพอากาศในเจ้าหน้าที่ห้องสมุด ซึ่งผ่านการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ของคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ของคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล เลขที่ MUPH 2015-013

ผลการศึกษา

การประเมินลักษณะทางกายภาพและสิ่งแวดล้อมภายในห้องสมุดที่ศึกษา

จากการประเมินลักษณะทางกายภาพและสิ่งแวดล้อมภายในห้องสมุดทั้ง 4 แห่ง ซึ่งเปิดให้บริการ ตั้งแต่ 8.00-18.00 น. โดยมหาวิทยาลัย A เปิดให้บริการ 5 ชั้น

มหาวิทยาลัย B เปิดให้บริการ 3 ชั้น มหาวิทยาลัย C เปิดให้บริการ 3 ชั้น และมหาวิทยาลัย D เปิดให้บริการ 3 ชั้น มีเจ้าหน้าที่ห้องสมุดผู้ให้บริการจำนวน 78 คน 21 คน 65 คน และ 56 คน ตามลำดับ ณ วันที่เก็บตัวอย่างอากาศมีผู้ใช้บริการห้องสมุดจำนวน 975 คน 837 คน 725 คน และ 893 คน ตามลำดับ ห้องสมุดทั้ง 4 มหาวิทยาลัย ใช้ระบบเครื่องปรับอากาศประเภท Split type ขนาดใหญ่ มีระบบเครื่องปรับอากาศส่วนกลาง (Central air) ระบายอากาศผ่านช่องระบายอากาศบริเวณเพดานห้อง และมีการเปิดพัดลมระบายอากาศ โดยเปิดเครื่องปรับอากาศต่อเนื่องมากกว่า 8 ชั่วโมงต่อวัน มีการทำความสะอาดและตรวจสอบซ่อมบำรุงทุก ๆ 6 เดือน มีแสงสว่างเพียงพอต่อการอ่านหนังสือและการปฏิบัติงาน มีแม่บ้านหรือผู้รับผิดชอบทำความสะอาดห้องสมุดและรวบรวมขยะทิ้งเป็นประจำทุกวัน ภายในห้องสมุดมีการจัดอุปกรณ์ภายในห้องอย่างถูกสุขลักษณะ อย่างไรก็ดีไม่มีการวางแยกอุปกรณ์สำนักงานจากบริเวณปฏิบัติงาน เช่น เครื่องถ่ายเอกสาร เครื่องพิมพ์เอกสาร เป็นต้น และถูกกำหนดให้เป็นพื้นที่ปลอดบุหรี่ นอกจากนี้ในช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่างห้องสมุดที่ศึกษาไม่มีการการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพภายในพื้นที่ เช่น การจัดพื้นที่ใช้สอยใหม่ หรือเปลี่ยนจากที่เคยออกแบบไว้ การกั้นห้องเพิ่มเติม ไม่พบคราบน้ำตาลหรือสีดำตามพื้น ผนังหรือเพดานที่เกิดจากการหกรั่วไหลของน้ำ ไม่มีกลิ่นอับ เปียกชื้นภายในห้องสมุด ไม่พบคราบสีหลุดลอกและรอยแตกร้าวหรือช่องของผนังอาคารหรือห้อง ไม่มีการเก็บสารเคมีอันตรายหรือมีกิจกรรมอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้สารเคมีภายในอาคาร เช่น การขัดพื้น การซักพรม ไม่มีการตกแต่งหรือซ่อมแซมใหม่ภายในหนึ่งเดือนที่ผ่านมา แต่บางพื้นที่มีการปลูกต้นไม้ในกระถาง เมื่อใช้มือลูบบริเวณพื้นบนโต๊ะ เฟอร์นิเจอร์ ตู้เอกสารบางจุด พบว่า มีฝุ่นละออง รายละเอียดแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ลักษณะทางกายภาพและสิ่งแวดล้อมภายในห้องสมุดของมหาวิทยาลัย

ลักษณะทางกายภาพและสิ่งแวดล้อม		ห้องสมุดของมหาวิทยาลัย			
		A	B	C	D
1.	จำนวนชั้นของห้องสมุด	5	3	3	3
2.	พื้นที่ใช้สอย (ตร.ม.)	6,200	18,669	10,000	27,643
3.	ชนิดของเครื่องปรับอากาศ	แยกส่วน	แยกส่วน	แยกส่วน	แยกส่วน
4.	ระบบระบายอากาศของห้องสมุด เช่น การเปิดพัดลมระบายอากาศ เป็นต้น	ใช่	ใช่	ใช่	ใช่
5.	ระยะเวลาของการเปิดเครื่องปรับอากาศ>8 ชั่วโมง/วัน	ใช่	ใช่	ใช่	ใช่
6.	การดูแลรักษาเครื่องปรับอากาศทุก 6 เดือน	ใช่	ใช่	ใช่	ใช่
7.	จำนวนเจ้าหน้าที่ห้องสมุด (คน)	78	41	65	56
8.	จำนวนผู้ใช้ห้องสมุดต่อวัน (ประเมินจากวันที่ตรวจ)	975	837	725	893
9.	มีแสงสว่างเพียงพอสำหรับอ่านหนังสือ	ใช่	ใช่	ใช่	ใช่
10.	การทำความสะอาดภายในห้องสมุด	ทุกวัน	ทุกวัน	ทุกวัน	ทุกวัน
11.	การเก็บขยะมูลฝอยภายในห้องสมุด (Everyday)	ใช่	ใช่	ใช่	ใช่
12.	การตกแต่ง ซ่อมแซม ห้องสมุดในช่วงเวลาที่สำรวจ	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี
13.	มีคราบเชื้อราที่ผนังหรือเพดานในห้องสมุด	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี
14.	มีกลิ่นอับชื้นในห้องสมุด	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี
15.	มีพื้นที่แยกเฉพาะสำหรับสูบบุหรี่	ใช่	ใช่	ใช่	ใช่
16.	มีการใช้สารเคมีทำความสะอาดพื้นและพื้นที่ต่าง ๆ ภายในห้องสมุดในช่วงที่สำรวจ	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี
17.	มีการปลูกต้นไม้ภายในห้องสมุด	มีบ้างบางบริเวณ	มีบ้างบางบริเวณ	ไม่มี	มีบ้างบางบริเวณ
18.	ฝุ่นบนโต๊ะ เฟอร์นิเจอร์ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ในห้องสมุด	มีบ้างบางบริเวณ	มีบ้างบางบริเวณ	มีบ้างบางบริเวณ	มีบ้างบางบริเวณ
19.	มีการตั้งและใช้เครื่องพิมพ์คอมพิวเตอร์ เครื่องถ่ายเอกสาร ภายในห้องสมุด	ใช่	ใช่	ใช่	ใช่

อุณหภูมิเฉลี่ยภายในห้องสมุดมหาวิทยาลัย A, B, C และ D ได้แก่ 23.4 องศาเซลเซียส 24.4 องศาเซลเซียส 24.4 องศาเซลเซียส และ 27.0 องศาเซลเซียส ตามลำดับ (อุณหภูมิภายนอกอาคารเท่ากับ 28.0 องศาเซลเซียส 29.0 องศาเซลเซียส 28.5 องศาเซลเซียส และ 30.0 องศาเซลเซียส ตามลำดับ) และความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องสมุดเท่ากับร้อยละ 63.5 ร้อยละ 56.7 ร้อยละ 55.3 และร้อยละ 48.0 ตามลำดับ (ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกอาคาร เท่ากับร้อยละ 69.0 ร้อยละ 63.0 ร้อยละ 60.0 และร้อยละ 62.0 ตามลำดับ) แสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย ($\bar{x}$ ± SD) ของห้องสมุดมหาวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยที่ศึกษา	$\bar{x}$ ± SD ภายในห้องสมุด	
	อุณหภูมิ (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)
ห้องสมุดมหาวิทยาลัย A	23.4 ± 0.8	63.5 ± 3.1
อากาศภายนอก	28.0	69.0
ห้องสมุดมหาวิทยาลัย B	24.4 ± 1.2	56.7 ± 2.3
อากาศภายนอก	29.0	63.0
ห้องสมุดมหาวิทยาลัย C	24.4 ± 0.6	55.3 ± 1.2
อากาศภายนอก	28.5	60.0
ห้องสมุดมหาวิทยาลัย D	27.0 ± 1.9	48.0 ± 3.5
อากาศภายนอก	30.0	62.0
ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ ± SD) ห้องสมุด 4 แห่ง	24.7 ± 1.7	56.5 ± 6.3
ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ ± SD) อากาศภายนอก	28.9 ± 0.9	63.5 ± 3.9

การประเมินคุณภาพอากาศด้านจุลินทรีย์ภายในอาคารห้องสมุดที่ศึกษา

สำหรับค่าเฉลี่ยของแบคทีเรียในตัวอย่างอากาศภายในห้องสมุดมหาวิทยาลัย A, B, C และ D เท่ากับ 255 cfu/m^3, 184 cfu/m^3, 218 cfu/m^3 และ 229 cfu/m^3 (ตัวอย่างอากาศภายนอกอาคาร เท่ากับ 988 cfu/m^3, 984 cfu/m^3, 756 cfu/m^3 และ 744 cfu/m^3 ตามลำดับ) ค่าเฉลี่ยราในตัวอย่างอากาศภายในห้องสมุด เท่ากับ 201 cfu/m^3, 159 cfu/m^3, 80 cfu/m^3 และ 127 cfu/m^3 ตามลำดับ (ตัวอย่างอากาศภายนอกอาคาร เท่ากับ 252 cfu/m^3, 492 cfu/m^3, 480 cfu/m^3 และ 504 cfu/m^3 ตามลำดับ) รายละเอียดแสดงในตารางที่ 3 และ 4

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเชื้อแบคทีเรียในอากาศที่เก็บจากห้องสมุดของมหาวิทยาลัย

Air sampling site (Indoors)	จำนวน (%) ตัวอย่างอากาศที่มีเชื้อแบคทีเรีย (cfu/m^3)			Mean ± SD ของเชื้อแบคทีเรียในอากาศ (cfu/m^3)	
	≤300	301-500	>500	ภายในอาคาร (Min-Max)	ภายนอกอาคาร (n แต่ละแห่ง = 5)
ห้องสมุดมหาวิทยาลัย A (n = 37)	29 (78.4)	4 (10.8)	4 (10.8) [e]	255 ± 199 [a] (60-900)	1,188 ± 368 (900-1800)
ห้องสมุดมหาวิทยาลัย B (n = 27)	25 (92.6)	0 (0.0)	2 (7.4) [f]	184 ± 160 [b] (60-660)	984 ± 197 (720-1200)
ห้องสมุดมหาวิทยาลัย C (n = 24)	20 (83.3)	3 (12.5)	1 (4.2) [g]	218 ± 141 [c] (60-600)	756 ± 260 (360-1080)
ห้องสมุดมหาวิทยาลัย D (n = 27)	24 (88.9)	0 (0.0)	3 (11.1) [h]	229 ± 178 [d] (60-1080)	744 ± 257 (360-1080)
Total (n = 115)	**98 (84.5)**	**7 (6.0)**	**10 (8.6)**	**(n = 115) 204 ± 143**	**(n = 20) 855 ± 241**

[a] = ภายในอาคาร พบเชื้อ *Staphylococcus* spp., *Streptococcus* spp. และ *Micrococcus* spp. ภายนอกอาคาร พบเชื้อ *Staphylococcus* spp., *Streptococcus* spp. และ *Micrococcus* spp. ตามลำดับ

[b] = ภายในอาคาร พบเชื้อ *Staphylococcus* spp., *Streptococcus* spp. และ *Micrococcus* spp. ภายนอกอาคาร พบเชื้อ *Staphylococcus* spp., *Micrococcus* spp. และ *Streptococcus* spp. ตามลำดับ

[c] = ภายในอาคาร พบเชื้อ *Streptococcus* spp., *Staphylococcus* spp., และ *Micrococcus* spp. ภายนอกอาคาร พบเชื้อ *Staphylococcus* spp., *Micrococcus* spp., *Streptococcus* spp. และ Gram-negative rods ตามลำดับ

[d] = ภายในอาคาร พบเชื้อ *Staphylococcus* spp., *Micrococcus* spp., และ *Streptococcus* spp. ภายนอกอาคาร พบเชื้อ *Micrococcus* spp., *Staphylococcus* spp. และ *Bacillus* spp. ตามลำดับ

[e] = บริเวณโต๊ะประชาสัมพันธ์ บริเวณประตูเข้าออก บริเวณอ่านหนังสือพิมพ์และนิตยสาร และเคาน์เตอร์ให้บริการ

[f] = บริเวณอ่านหนังสือพิมพ์และนิตยสาร และห้องศึกษาด้วยตนเอง

[g] = บริเวณโต๊ะอ่านหนังสือ

[h] = บริเวณโต๊ะอ่านหนังสือ และห้องประชุมขนาดเล็ก

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเชื้อราในอากาศที่เก็บจากห้องสมุดของมหาวิทยาลัย

Air sampling site (Indoors)	จำนวน (%) ตัวอย่างอากาศที่มีเชื้อรา (cfu/m^3)			Mean ± SD of fungal counts (cfu/m^3)	
	≤300	301-500	>500	ภายในอาคาร (Min-Max)	ภายนอกอาคาร (n แต่ละแห่ง = 5)
ห้องสมุดมหาวิทยาลัย A (n = 37)	33 (89.2)	1 (2.7)	3 (8.1) [e]	201 ± 296 [a] (60-1,200)	252 ± 155 (60-480)
ห้องสมุดมหาวิทยาลัย B (n = 27)	25 (92.6)	2 (7.4)	0 (0.0)	159 ± 98 [b] (60-360)	492 ± 298 (180-900)
ห้องสมุดมหาวิทยาลัย C (n = 24)	24 (100.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	80 ± 34 [c] (60-180)	480 ± 384 (180-900)
ห้องสมุดมหาวิทยาลัย D (n = 27)	26 (96.3)	0 (0.0)	1 (3.7) [f]	127 ± 220 [d] (60-1,200)	504 ± 246 (120-720)
Total (n = 115)	**108 (93.9)**	**3 (2.6)**	**4 (3.5)**	**(n = 115) 153 ± 162**	**(n = 20) 426 ± 208**

[a] = ภายในอาคาร ตรวจพบ *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp. และ *Cladosporium* spp.
ภายนอกอาคาร ตรวจพบ *Penicillium* spp., *Aspergillus* spp., *Fusarium* spp. และ *Cladosporium* spp.

[b] = ภายในอาคาร ตรวจพบ *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp. และ *Fusarium* spp.
ภายนอกอาคาร ตรวจพบ *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp. และ *Fusarium* spp.

[c] = ภายในอาคาร ตรวจพบ *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp., *Fusarium* spp. และ *Cladosporium* spp.
ภายนอกอาคาร ตรวจพบ *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp. และ *Fusarium* spp.

[d] = ภายในอาคาร ตรวจพบ *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp. และ *Cladosporium* spp.
ภายนอกอาคาร ตรวจพบ *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp. และ *Fusarium* spp.

[e] = บริเวณสำหรับดื่มกาแฟ และโต๊ะอ่านหนังสือ

[f] = บริเวณโต๊ะประชาสัมพันธ์ และเคาน์เตอร์ให้บริการ

เมื่อเปรียบเทียบกับค่าที่ยอมรับได้ (≤500 cfu/m^3) พบว่า ร้อยละ 78.4, 92.6, 83.3 และ 88.9 ของตัวอย่างอากาศมหาวิทยาลัย A, B, C และ D มีปริมาณแบคทีเรียอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ และร้อยละ 89.2, 92.6, 100 และ 96.3 ของตัวอย่างอากาศ มีปริมาณ

ราในระดับที่ยอมรับได้ (ตารางที่ 3 และ 4) จากการวิเคราะห์กลุ่มหรือสกุลของเชื้อในตัวอย่างอากาศ พบแบคทีเรีย *Staphylococcus* spp., *Streptococcus* spp. และ *Micrococcus* spp. ตามลำดับ และรา *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp. และ *Fusarium* spp. ตามลำดับ ในสัดส่วนที่ค่อนข้างสูงกว่าชนิดอื่น ๆ (ตารางที่ 3 และ 4)

วิจารณ์

การดำเนินชีวิตของคนในปัจจุบัน ใช้เวลาส่วนใหญ่อยู่ภายในอาคาร คุณภาพอากาศภายในอาคารจึงมีความสำคัญต่อสุขภาพของผู้อยู่อาศัย เมืองขนาดใหญ่ทั่วโลกรวมทั้งกรุงเทพมหานคร มีการเคลื่อนย้ายประชากร มีการก่อสร้างระบบรถไฟฟ้า อาคารที่พักอาศัยและอาคารสำนักงานจำนวนมาก อาคารที่สร้างขึ้นส่วนใหญ่เป็นแบบอาคารสูง ลักษณะปิดทึบเพื่อเป็นการประหยัดพลังงานป้องกันความร้อนจากแสงอาทิตย์ และสิ่งต่าง ๆ จากภายนอกอาคาร ภายในตัวอาคารมีวัสดุตกแต่ง เครื่องอำนวยความสะดวกจำนวนมาก เช่น เครื่องปรับอากาศ เครื่องพิมพ์ เครื่องถ่ายเอกสาร อุปกรณ์ที่ใช้ในสำนักงานหรือห้องพัก และเฟอร์นิเจอร์ต่าง ๆ เป็นต้น สิ่งเหล่านี้สามารถก่อให้เกิดมลภาวะภายในอาคารได้ [16,17] ห้องสมุดในมหาวิทยาลัยขนาดใหญ่มักอยู่ในอาคารสูงที่ออกแบบเป็นอาคารอเนกประสงค์ บางแห่งมีจำนวน 2-3 ชั้น บางแห่งมีถึง 5-6 ชั้น ของอาคารสูงดังกล่าวอาคารส่วนใหญ่มักอยู่ในบริเวณที่มีการจราจรหนาแน่น ดังเช่นการศึกษานี้ที่ได้ศึกษาคุณภาพอากาศภายในอาคารของห้องสมุดในมหาวิทยาลัย 4 แห่ง (มหาวิทยาลัย A, B, C และ D) พบว่า อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์อยู่ในระดับที่เหมาะสม มีแสงสว่างเพียงพอกับการทำงาน อ่านหนังสือ ค้นคว้าเอกสาร เป็นต้น ตามมาตรฐาน ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers) ฉบับที่ 55 กำหนดอุณหภูมิเฉลี่ยที่เหมาะสม 20-25.5 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ที่ร้อยละ 30-60 [18] สำหรับแสงสว่างการศึกษาครั้งนี้ไม่ได้ใช้เครื่องวัดแต่ได้จากการสอบถามตามการรับรู้ของผู้ใช้ห้องสมุด ปริมาณจุลินทรีย์ (แบคทีเรียและรา) ในตัวอย่างอากาศภายในห้องสมุดส่วนใหญ่อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ ($\leq$500 cfu/m^3) เสนอแนะไว้โดย American Industrial Hygiene Association [14] และกระทรวงสิ่งแวดล้อมของประเทศสิงคโปร์ [15] ปริมาณแบคทีเรียเฉลี่ยเท่ากับ 255 cfu/m^3, 184 cfu/m^3, 218 cfu/m^3 และ 229 cfu/m^3 ตามลำดับ ซึ่งมีปริมาณต่ำกว่าปริมาณเชื้อแบคทีเรียในอากาศภายนอกอาคาร สำหรับปริมาณเชื้อราเฉลี่ย เท่ากับ 201 cfu/m^3, 159 cfu/m^3, 80 cfu/m^3 และ 127 cfu/m^3 ตามลำดับ ต่ำกว่าปริมาณราในตัวอย่างอากาศภายนอกอาคารเช่นเดียวกัน มีเพียงบางบริเวณของห้องสมุดเท่านั้นที่มีปริมาณแบคทีเรียหรือเชื้อราเกินกว่าค่าที่ยอมรับได้ คือ >500 cfu/m^3 บริเวณดังกล่าวมักจะเป็นบริเวณที่มีเจ้าหน้าที่ทำงานหรือมีนักศึกษา

อาจารย์หรือผู้ใช้บริการอย่างหนาแน่น บริเวณประตูทางเข้าออกห้องสมุด บริเวณเคาน์เตอร์ประชาสัมพันธ์ให้ข้อมูลผู้ใช้บริการ และมุมหนังสือพิมพ์และนิตยสาร ซึ่งมีการไหลเวียนของอากาศไม่ค่อยดี เป็นต้น สอดคล้องกับการศึกษาของ Agnieszka และคณะ พบว่า บริเวณห้องสมุดที่มีการปนเปื้อนของแบคทีเรียในอากาศในปริมาณมากมักเป็นพื้นที่ที่มีผู้ใช้บริการจำนวนมาก [3] และการศึกษาของ Lugauskas พบว่า ภายในห้องที่ไม่มีระบบการระบายอากาศจะมีปริมาณแบคทีเรียมากกว่าห้องที่มีระบบระบายอากาศ [19]

จุลินทรีย์ที่ตรวจพบในห้องสมุดที่ศึกษาส่วนใหญ่เป็นแบคทีเรียสกุล *Streptomycetes*, *Micrococcus*, *Staphylococcus* และ *Streptococcus* สำหรับราที่อาจพบได้ เช่น *Penicillium*, *Aspergillus*, *Cladosporium* และ *Alternaria* เป็นต้น ซึ่งใกล้เคียงกับการศึกษาของ Allsopp และคณะ [7] และ Agnieszka และคณะ [3] เชื้อจุลินทรีย์ดังกล่าวไม่ทำให้เกิดโรคในบุคคลทั่วไป อย่างไรก็ดีการศึกษาทางระบาดวิทยาพบว่า การรับสัมผัสเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศระดับสูงและบ่อย ๆ จะนำไปสู่การเป็นภูมิแพ้ หอบหืดและอาการผิดปกติอื่น ๆ เช่นเดียวกับกลุ่มอาคารป่วย [20-22] และหากสัมผัสบ่อย ๆ เป็นเวลานาน อาจส่งผลต่อระบบการไหลเวียนโลหิตและหัวใจ ระบบประสาท และระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย [10,23] สิ่งแวดล้อมภายในห้องสมุดที่อาจก่อให้เกิดการปนเปื้อนสิ่งก่ออันตรายที่เป็นสารเคมี ฝุ่น และอนุภาคขนาดเล็ก สารไฮโดรคาร์บอนจากอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น เฟอร์นิเจอร์ เครื่องถ่ายเอกสาร เครื่องพิมพ์คอมพิวเตอร์และหนังสือต่าง ๆ [7] อุปกรณ์ดังกล่าวจึงควรวางในตำแหน่งที่ปลายทางของทิศทางลมหรือแยกวางห่างจากบริเวณผู้ปฏิบัติงานนั่งทำงานเป็นประจำ นอกจากนี้หนังสือและสมุดเก่า ๆ ยังเป็นแหล่งเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์หลายชนิดเนื่องจากกระดาษที่มีความชื้นและฝุ่นจะเป็นแหล่งอาหารสำคัญของจุลินทรีย์ [3,7] อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ก็มีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์โดยเฉพาะรา มีความสัมพันธ์กับอาการดังกล่าว [20] อย่างไรก็ตามการศึกษาครั้งนี้ยังไม่ได้รายงานผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณแบคทีเรีย และปริมาณราในอากาศที่ตรวจพบ ซึ่งจะทำการวิเคราะห์ในภาพรวม และจำแนกตามห้องสมุดของมหาวิทยาลัยที่ศึกษาทั้ง 4 แห่งและจะรายงานในการศึกษาครั้งต่อไป

นอกจากนี้หากอาคารห้องสมุดตั้งอยู่ใกล้กับบริเวณที่มีการจราจรคับคั่ง หรือมีรถยนต์ผ่านเข้าและออกตลอดเวลา มีบริเวณที่ให้รถจอด เพื่อรอหรือรับ-ส่งผู้คน รถยนต์จะปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ซึ่งเกิดจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของเครื่องยนต์ สารประกอบอินทรีย์ระเหยได้ และฝุ่นขนาดเล็กซึ่งมีเชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อนอยู่แพร่กระจายเข้ามาภายในอาคารโดยผ่านทางช่องประตูหรือหน้าต่างได้ ก่อให้เกิดปัญหาสุขภาพดังกล่าวได้ [10,23] ผู้รับผิดชอบด้านสิ่งแวดล้อมของมหาวิทยาลัยทั้ง 4 แห่ง จึงควรพิจารณา

ข้อเสนอแนะปรับปรุงซึ่งทีมผู้วิจัยได้นำเสนอให้ทราบเพื่อลดโอกาสการปนเปื้อนจุลินทรีย์ภายในห้องสมุดดังกล่าว

สรุป

ผลการศึกษาพบว่า อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และแสงสว่างภายในห้องสมุดของมหาวิทยาลัยที่ศึกษาทั้ง 4 แห่ง มีความเหมาะสม ค่าเฉลี่ยของแบคทีเรียและราในตัวอย่างอากาศต่ำกว่าอากาศภายนอกอาคาร และตัวอย่างอากาศส่วนใหญ่อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ ($\leq$500 cfu/m^3) ชนิดของจุลินทรีย์ที่ตรวจพบเป็นจุลินทรีย์ทีไม่ก่อให้เกิดโรคในบุคคลทั่วไป อย่างไรก็ตามยังมีบางบริเวณ เช่น บริเวณเคาน์เตอร์ประชาสัมพันธ์ให้ข้อมูลผู้ใช้บริการ บริเวณประตูทางเข้าออกห้องสมุด บริเวณที่มีผู้ใช้บริการมาก มุมหนังสือพิมพ์/นิตยสาร และบริเวณที่มีการระบายอากาศไม่เพียงพอ ยังมีปริมาณจุลินทรีย์สูงกว่าเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ซึ่งผู้รับผิดชอบควรมีมาตรการดูแลอย่างสม่ำเสมอเพื่อให้คุณภาพอากาศภายในอาคารห้องสมุดมีคุณภาพที่ดีขึ้น

ข้อเสนอแนะ

แม้ว่าในภาพรวมค่าเฉลี่ยของจุลินทรีย์ในอากาศที่ตรวจพบไม่เกินค่าที่ยอมรับได้แต่ยังมีบางบริเวณที่มีปริมาณจุลินทรีย์สูงกว่าเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ผู้รับผิดชอบควรให้มีการทำความสะอาดพื้นผิวตามชั้นวางหนังสือและบริเวณต่าง ๆ รวมทั้งพื้นห้องอย่างสม่ำเสมอ อาจใช้กิจกรรม 5 ส มาช่วยทุก ๆ 6 เดือน และควรติดตั้งพัดลมระบายอากาศในห้องเล็กที่ใช้สำหรับการทำกิจกรรมกลุ่มของนักศึกษา นอกจากนี้ควรขอความร่วมมือกับหน่วยงานหรือคณะที่มีอาจารย์หรือนักวิชาการสิ่งแวดล้อมเพื่อการตรวจประเมินปีละครั้งเป็นการเฝ้าระวังคุณภาพอากาศภายในอาคารห้องสมุดให้มีคุณภาพที่ดี

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณผู้บริหารและเจ้าหน้าที่ห้องสมุดของมหาวิทยาลัยทั้ง 4 แห่ง ที่อนุญาตให้ทำการศึกษาวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

1. World Health Organization. Preventing disease through healthy environments: towards an estimate of environmental burden of disease. Geneva: WHO Press; 2006.
2. World Health Organization. Development of WHO guidelines for indoor air quality: dampness and mould, report on a working group meeting,

Bonn, Germany 17-18 October 2007. Denmark: WHO Regional Office for Europe; 2008.

3. Agnieszka K, Aleksandra B, Iwona W. Microbial air contamination in indoor environment of a university library. Ann Agric Environ Med 2012;19:25-9.
4. Björnsson E, Norbäck D, Janson C, Widström J, Palmgren U, Ström G. Asthmatic symptoms and indoor levels of microorganisms and house dust mites. Clin Exp Allergy 1995;25:423-31.
5. Newson R, Strachan D, Corden J, Millington W. Fungal and other spore counts as predictors of admission for asthma in the Trent region. Occup Environ Med 2000;57:786-92.
6. Jain AK. Survey of bioaerosol in different indoor working environments in central India. Aerobiologia 2000;16:221-5.
7. Allsopp D, Seal KJ, Gaylarde CC. Introduction to biodeterioration. 2nd ed. UK: Cambridge University Press; 2004.
8. Fang L, Wyon DP, Clausen G, Fanger PO. Impact of indoor air temperature and humidity in an office on perceived air quality, SBS symptoms and performance. Indoor Air 2004;14:74-81.
9. Mladen A, Biljana B, Predrag M, Petar S, Aleksandra D. Measurement and improvement of indoor air quality in an information technology classroom. Therm Sci 2014;18:915-24.
10. Luksamijarulkul P, Kongtip P. Microbial counts and particulate matter levels in roadside air samples under sky-train station, Bangkok. Southeast Asian J Trop Med Public Health 2010;41:678-84.
11. Pasquarella C, Albertini R, Dall'aglio P, Saccani E, Sansebastiano GE, Signorelli C. Air microbial sampling: the state of the art. Ig Sanita Pubbl 2008;64:79-120.
12. Luksamijarulkul P, Pipitsangjan S. Microbial air quality and bacterial surface contamination in ambulances during patient services. Oman Med J 2015;30:104-10.
13. Larone D. Medically important fungi: a guide to identification. 4th ed. Washington, D.C.: American Society for Microbiology Press; 2002.

14. Seitz TA. NIOSH indoor air quality investigations 1971-1988. In: Weekes DM, Gammage RB, editors. Proceedings of the indoor air quality, international symposium: the practitioner's approach to indoor air quality investigations. American Industrial Hygiene Association Ohio 1989: 163-71.
15. Institute of Environmental Epidemiology, Ministry of the Environment. Guidelines for good indoor air quality in office premises. 1st ed. Singapore: Ministry of the Environment; 1996.
16. Ekpanyaskul C, Jiamjarasrangsi W, Kasonthong S. Prevalence associated factors and impact of sick building syndrome among office workers in Bangkok. J Health Sci 2005;14:453-63.
17. Seppanen O, Fisk WJ. Association of ventilation system type with sick building syndrome symptoms in office workers. Indoor Air 2002;12:98-112.
18. Office of Air and Radiation, Indoor Environments Division, United States Environmental Protection Agency (U.S. EPA). An office building occupant's guide to indoor air quality [Internet]. 1997. Available from: http://www.epa.gov/indoor-air-quality-iaq/office-building-occupants-guide-indoorair-quality-printable-version
19. Lugauskas A, Krikštaponis A. Microscopic fungi found in libraries of Vilnius and factors affecting their development. Indoor Built Environ 2004;13:169-82.
20. World Health Organization. Indoor air quality: biological contaminants. QHO regional publications. European Ser 1990;30:1-74.
21. Zweers T. Health and indoor climates complaints of 7,043 office workers in 61 buildings in the Netherlands. Indoor Air 1992;2:127-36.
22. Gorny RL, Dutkiewicz J. Bacterial and fungal aerosols in indoor environment in Central and Eastern European countries. Ann Agric Environ Med 2002;9:17-23.
23. Gulliver J, Briggs DJ. Personal exposure to particulate air pollution in transport microenvironments. Atmos Environ 2004;38:1-8.