การสำรวจชนิดและปริมาณเชื้อราที่แขวนลอยในอากาศ อาคารวิจัย คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

Exploration of Airborne Fungi in Research Building, Faculty of Science Ubon Ratchathani University

กติกา สระมณีอินทร์*, กานต์นลินญา บุญที, สิริวรัญญา ศรีษาคำกุลวัฒน์, ยุภารัตน์ เครือวงษา

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี 34190

*E-mail: katika.s@ubu.ac.th

บทคัดย่อ

ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจชนิด และปริมาณเชื้อราที่แขวนลอยในอากาศ ภายในอาคารวิจัย และอาคารชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี โดยการเก็บตัวอย่างอากาศด้วยเพลทอาหารเลี้ยงเชื้อ จำนวนพื้นที่ที่เก็บตัวอย่าง ประกอบด้วยห้องทำงานบุคลากร ห้องเรียน ห้องปฏิบัติการ ห้องประชุม ห้องพักนักศึกษา และห้องสมุด นอกจากนี้ยังทำการสำรวจลักษณะทางกายภาพของแต่ละห้อง ได้แก่ ค่าอุณหภูมิ ค่าความชื้น สำรวจพฤติกรรมการใช้ห้องทำงานและข้อร้องเรียนทางด้านสุขภาพจากผู้ใช้ห้อง ผลการศึกษาพบว่า ค่าเฉลี่ยความชื้นที่วัดได้ในอาคารวิจัย และอาคารชีวภาพ คือ 66 RH% และอุณหภูมิเฉลี่ยที่ 26 $^{\circ}$C ห้องเรียนและห้องทำงาน พบว่าส่วนใหญ่มีการเปิดหน้าต่าง และประตูให้อากาศภายนอกเข้ามาได้ เพื่อถ่ายเทอากาศอย่างน้อย 1 ชั่วโมงต่อวัน จากการวิเคราะห์ทางสถิติจากกลุ่มตัวอย่าง พบว่า การเปิดหน้าต่างและประตูนั้นมีผลต่อปริมาณเชื้อราแขวนลอยในอากาศ โดยห้องที่มีการเปิดหน้าต่างประตู มีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นเชื้อรามากกว่าห้องที่ไม่เปิดหน้าต่างอย่างมีนัยสำคัญ ปริมาณความเข้มข้นของเชื้อราที่แขวนลอยในอากาศ เฉลี่ย 900 CFU/m^3 ค่าสัดส่วนปริมาณที่พบเชื้อราในอาคารต่อนอกอาคาร เฉลี่ย 15% โดยที่ค่าแนะนำความเข้มข้นของรา ไม่ควรเกิน 1,000 CFU/m^3 และค่าสัดส่วนปริมาณเชื้อราในอาคารต่อนอกอาคาร ประมาณ 20-50% ผู้วิจัยเสนอแนะให้หลีกเลี่ยงการปนเปื้อนจากภายนอกอาคาร และพยายามลดความชื้นในอาคาร ไม่ควรเปิดหน้าต่าง หรือประตู ถ้าพบว่าสิ่งแวดล้อมรอบๆ มีความชื้น และอาจมีเชื้อจุลชีพ นอกจากจะป้องกันการปนเปื้นของอากาศภายในอาคารแล้วยังลดภาระการทำงานของระบบปรับอากาศอีกด้วย

คำสำคัญ: เชื้อราแขวนลอย, คุณภาพอากาศภายในอาคาร, ความเข้มข้นเชื้อรา

Abstract

Airborne fungi in buildings were examined at the Research and Biology Buildings located at the Faculty of Science, Ubon Ratchathani University. These consisted of staff offices, classrooms, laboratories, meeting rooms, student office and library. Each room had its temperature, relative humidity, characteristics of the room and adverse health effects investigated. The concentration of fungi per cubic meter of air was calculated, and the most common genera of fungi present were identified by macroscopic and microscopic analysis. The results showed that the average relative humidity was 66.38 RH% and average temperature was 26.26 $^{\circ}$C. Windows and doors in most rooms were opened at least an hour per day for ventilation reasons. Fungi entered the buildings through these open doors and windows, and as contaminants of building materials and contents. Rooms with open windows and doors had statistically significant more fungal concentration compared to those rooms where windows and doors were closed at all time. The average indoor fungal concentration was approximately 900 CFU/m^3. The ratio of the average indoor concentration to the average outdoor concentration was 15%. The

recommended concentration of total fungi should not exceed 1,000 CFU/m^3 and indoor/outdoor is about 20-50%. We noted that the presence of airborne fungi was associated with relative humidity and contamination with biological pollutants from outdoor sources. To avoid *unclean outdoor air* supplied through ventilation systems, we suggest users in the building to close windows at all time. These are not only reducing the risk of biological contamination but also supporting *the energy efficiency in buildings*.

Keywords: Airborne Fungi, Indoor Air Quality, Fungal Concentration

1. ที่มาและความสำคัญ

อาคารสำนักงานทั่วๆไปในปัจจุบันเป็นอาคารปิด ที่ใช้ระบบปรับอากาศเป็นหลัก ในแต่ละปีมีผู้ป่วยระบบทางเดินหายใจที่ทำงานในอาคารแบบปิดไปพบแพทย์ ด้วยอาการ น้ำมูกไหล ระคายเคืองตา อ่อนล้า ปวดศีรษะ และได้รับยามารับประทานเพื่อลดอาการภูมิแพ้เหล่านั้น แต่ต้องกลับมานั่งทำงานในสภาพแวดล้อมเดิม ที่ไม่มีการจัดการระบบระบายอากาศที่เหมาะสม มีไอระเหยของสารเคมีจากเฟอร์นิเจอร์ มีจุลชีพที่ลอยไปมาในอากาศ ปัจจัยเหล่านี้หากไม่ได้รับการปรับปรุงแก้ไข ผู้ปฏิบัติงานก็จะเกิดอาการไม่สบาย อาการป่วยก็จะเกิดซ้ำขึ้นอีก ทำให้สูญเสียทั้งสุขภาพ เวลา เงิน และประสิทธิภาพการทำงาน

สาเหตุของปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคารนั้นมีการศึกษารวบรวมข้อมูลในประเทศสหรัฐอเมริกา โดย NIOSH (National Institute of Occupational Safety and Health) พบว่าช่วงปี 1970 มีเรื่องร้องเรียนเกี่ยวกับคุณภาพอากาศภายในอาคาร ซึ่งพบว่าสาเหตุของปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคาร ร้อยละ 50 เกิดจากการระบายอากาศภายในอาคารไม่เพียงพอ เช่น มีอากาศจากภายนอกเข้ามาในอาคารน้อยเกินไป หรือการกระจายตัวของอากาศในอาคารไม่ดี อุณหภูมิ ความชื้นไม่เหมาะสม และมีแหล่งของสารปนเปื้อนในระบบระบายอากาศ ร้อยละ 30 เกิดจากมีสารปนเปื้อนอยู่ในอาคาร เช่น ฟอร์มัลดีไฮด์ ไอระเหยของสารทำละลาย ฝุ่น จุลชีพ ฯลฯ และร้อยละ 10 เกิดจากมลพิษจากภายนอกอาคาร เช่น ฝุ่นควันจากการจราจร ฝุ่นจากการก่อสร้าง ละอองเกสรฯ เป็นต้น จะเห็นได้ว่า สาเหตุของปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคารนอกจากสภาพแวดล้อมต่างๆที่ไม่เหมาะสมแล้ว สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่แขวนลอยในอากาศจำพวกจุลชีพต่างๆ เช่น เชื้อรา แบคทีเรีย ไวรัส ก็เป็นสาเหตุที่สำคัญ ทำให้เกิดการแพ้ และทำให้เกิดพิษแก่ผู้สัมผัสได้ [1, 3] ดังนั้นคุณภาพอากาศภายในห้องทำงานมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ที่จะต้องได้รับการควบคุม และบริหารจัดการที่ดี เพื่อไม่ให้เป็นแหล่งสะสมของเชื้อโรค เพราะเมื่อเข้าไปในห้องทำงานที่มีลักษณะอับชื้น มีกลิ่นเหม็น ระบบระบายอากาศที่ไม่เหมาะสม ผู้ปฏิบัติงานจะมีความรู้สึกไม่สบาย การทำงานไม่มีประสิทธิภาพ และอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพทั้งในระยะสั้นและระยะยาวต่อผู้ปฏิบัติงานในอาคารนั้น

ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะทำศึกษาคุณภาพอากาศภายในอาคาร โดยเฉพาะในห้องเรียน และห้องทำงานของบุคลากรมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี โดยมุ่งเน้นไปที่เชื้อรา ซึ่งเป็นจุลชีพที่ปรากฏให้เห็นชัดเจนตามเฟอร์นิเจอร์ ผนัง เพดาน ปัจจุบันพบมากในห้องทำงาน และห้องเรียนของอาคารวิจัย คณะวิทยาศาสตร์ การที่มีคราบเชื้อราปรากฏอยู่ตามที่ต่างๆในห้องทำงานนั้น นอกจากจะมีผลต่อความรู้สึกในการใช้ห้องแล้ว ที่ผ่านมายังมีข้อร้องเรียน เกี่ยวกับปัญหาสุขภาพทางเดินหายใจ การระคายเคืองตา จากบุคลากรที่ทำงานในอาคารดังกล่าวอีกด้วย ซึ่งสันนิษฐานว่าสาเหตุหนึ่งน่าจะเป็นเพราะมีสปอร์ของเชื้อราปนเปื้อนในอากาศภายในอาคารด้วย

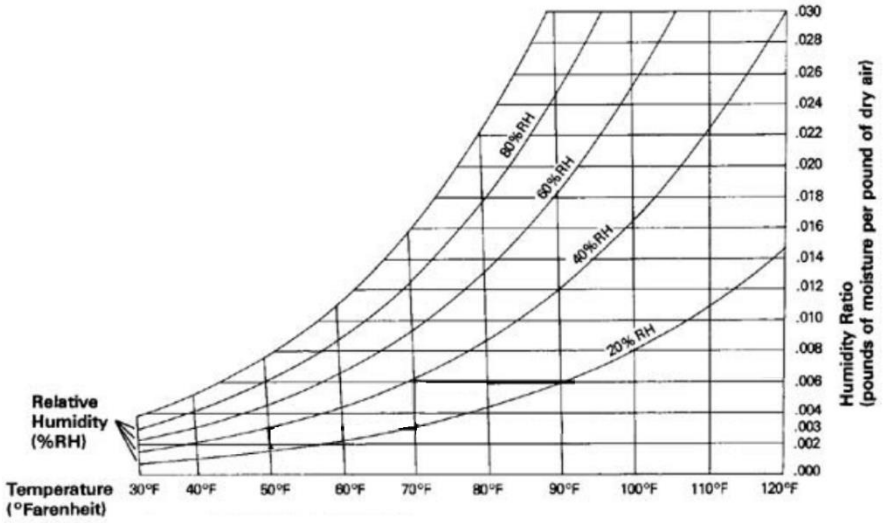
2. วัตถุประสงค์

การศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยจะทำการเก็บตัวอย่างอากาศในห้องทำงาน และห้องเรียน เพื่อวิเคราะห์ชนิดของเชื้อราและปริมาณที่ปนเปื้อนในอากาศ เพื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพอากาศ และศึกษาปัจจัยที่ก่อให้เกิดเชื้อราดังกล่าว เพื่อเสนอเป็นมาตรการในดูแลรักษาห้องทำงาน และห้องเรียน เพื่อลดปริมาณเชื้อรา และลดการสัมผัสละอองเชื้อราแขวนลอยของผู้ใช้ห้องเหล่านั้น โดยให้สอดคล้องกับมาตรการประหยัดพลังงานที่ใช้กันทั่วไปในอาคาร ดังนั้นหากผู้ใช้ห้องทำงานหรือห้องเรียนเข้าใจถึงตัวแปรที่ก่อให้เกิดเชื้อราในห้องทำงาน และ

พยายามควบคุม หรือตัดองค์ประกอบอย่างใดอย่างหนึ่งออก ก็จะสามารถยังยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา ลดปริมาณเชื้อราปนเปื้อนในอากาศ ลดปัจจัยเสี่ยงต่อปัญหาสุขภาพ และก่อให้เกิดความสบายในการทำงาน อันจะเป็นผลดีที่ส่งเสริมประสิทธิภาพการทำงานและการเรียนเพิ่มยิ่งขึ้น

3. ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เชื้อราเป็นจุลชีพที่พบได้ทั้งภายในและภายนอกอาคาร เชื้อรา สามารถก่อตัวได้ในจุดต่างๆ ภายในอาคาร ที่มีอาหารของเชื้อเกาะอยู่และมีสปอร์ของเชื้อรา มาเกาะเป็นระยะเวลานานกว่า 48 ชั่วโมง โดยเฉพาะในที่ที่เกิดความชื้น [4] การศึกษาที่ผ่านมาพบว่า ปัจจัยหลักที่ก่อให้เกิดเชื้อราภายในอาคาร ได้แก่ ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ และอุณหภูมิ [5] อุณหภูมิที่เหมาะแก่การเจริญเติบโต ประมาณ 20-30 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ที่สูงเกินกว่า 60% [6] ปริมาณเชื้อรามีมากหรือน้อยขึ้นกับแหล่งที่ราก่อตัวอาจเกิดการสะสมของเชื้อราภายนอกอาคาร เช่น ในดิน ต้นไม้ ท่อระบายน้ำ เป็นต้น แล้วปนเปื้อนเข้ามาในอาคาร หรือเกิดจากแหล่งกำเนิดภายในอาคารเอง เช่น บริเวณผนัง ฟอร์นิเจอร์ หน้ากากเครื่องปรับอากาศ หรือบริเวณใดๆที่มีความชื้นสูง ในรูปที่ 1 แผนภูมิไซโครเมทริก ของ The American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineering หรือ ASHRAE ได้อธิบายถึงปัจจัยของอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ ที่ส่งผลต่อปริมาณความชื้นในอากาศ [7] โดยในช่วงที่อุณหภูมิห้องต่ำ ค่าความชื้น ที่ความชื้นสัมพัทธ์ระดับต่างๆนั้น ไม่ต่างกันมาก แต่เมื่ออุณหภูมิห้องสูงขึ้น ความชันของกราฟจะสูงขึ้น และยิ่งค่าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศสูงขึ้น จะส่งผลให้ค่าความชื้นในห้องนั้นเพิ่มขึ้นหลายเท่าตัว ซึ่งเป็นแหล่งที่เชื้อราจะสามารถเติบโตได้อย่างรวดเร็ว ปัจจัยที่มีผลต่อระดับความเข้มข้นของจุลชีพแขวนลอยในอากาศนอกจากอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์แล้ว ยังมีปัจจัยด้านความหนาแน่นของคนในพื้นที่ และชนิดของระบบระบายอากาศอีกด้วย [8]



รูปที่ 1: ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ต่อปริมาณความชื้นในอากาศ [7]

เชื้อรามีพิษในอาคารชนิดที่มีอันตรายมากที่สุด 4 ชนิด ได้แก่ *Stachybotrys, Cladosporium, Penicillium* และ *Aspergillus* [9] ซึ่งเชื้อราทั้ง 4 ชนิดนี้มักจะถูกพบได้ทั้งในบ้าน อพาร์ทเมนต์ โรงแรม สำนักงาน และสถานที่ทำงานอื่นๆ ทั่วโลก การสัมผัสกับเชื้อราสามารถก่อให้เกิดอาการเจ็บป่วยแก่ผู้สัมผัส [9, 10] แม้แต่เชื้อราในอาคารชนิดไม่มีพิษก็สามารถทำให้เกิดปัญหาสุขภาพได้เช่นกัน โดยองค์การคุ้มครองสิ่งแวดล้อมแห่งสหรัฐอเมริกา (U.S. Environmental Protection Agency: EPA) ได้กล่าวไว้ว่า เชื้อราทั้งหมดไม่ว่าจะมากหรือน้อย มีความเป็นไปได้ที่จะทำให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพได้ทั้งสิ้น โดยเชื้อราสามารถสร้างสารก่อภูมิแพ้ (Allergen) ขึ้นมาได้ซึ่งจะทำให้เกิดปฏิกิริยาแพ้ หรือแม้แต่ทำให้เกิดโรคหอบหืดในผู้ที่แพ้เชื้อราก็ได้ และเชื้อราบางชนิดก็ยังสามารถทำให้เกิดสารพิษ หรือเป็นสารระคายเคืองอย่างแรงได้อีกด้วย [11]

ในการตรวจวัดปริมาณจุลชีพในอากาศ การเก็บตัวอย่างอากาศจะต้องมีความสัมพันธ์กับระยะเวลาที่สัมผัสกับจุลชีพนั้นๆ โดยเฉพาะการเก็บตัวอย่างอากาศลงบนจานอาหารเลี้ยงเชื้อ ในแต่ละตัวอย่างอาจต้องใช้เวลาสั้นๆ เพียงไม่กี่วินาที เนื่องจากจุลชีพอาจตกลงที่จุดเดียวกันหรือจุดที่ใกล้กันมากกว่าหนึ่งอนุภาค เมื่อเพาะบ่มเชื้อโคโลนีของจุลชีพเหล่านี้เจริญเติบโตซ้อนกันหรือรวมเป็นโคโลนีเดียว การนับจุลชีพจึงคลาดเคลื่อนได้ และการเก็บตัวอย่างเป็นเวลานานอาจส่งผลให้จุลชีพบางชนิดตาย เพราะไม่สามารถทนทานต่อสภาพแวดล้อมบนตัวอย่างได้ [12,13] กล่าวคือ การเก็บตัวอย่างสามารถทำได้ 2 วิธี คือ การเก็บตัวอย่างโดยการดักเก็บอากาศด้วยเพลทเก็บตัวอย่างหรือจานอาหารเลี้ยงเชื้อซึ่งใช้เวลาประมาณ 1 – 5 นาที หรืออาจสั้นเพียง 15 – 90 วินาที ขณะที่การเก็บตัวอย่างอากาศด้วยกระดาษกรอง และอิมพิงเจอร์อาจเก็บนานตั้งแต่ 30 นาที จนถึงหลายชั่วโมง [14]

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 สถานที่เก็บข้อมูล

อาคารวิจัย และอาคารชีวภาพ คณะวิทยาศาตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จำนวน 29 จุด ใน 19 ห้อง ประกอบด้วยห้องทำงานบุคลากร จำนวน 6 ห้อง ห้องเรียน 4 ห้อง ห้องปฏิบัติการ 4 ห้อง ห้องประชุม 3 ห้อง ห้องพักนักศึกษา 1 ห้อง และห้องสมุด 1 ห้อง รวมทั้งบริเวณภายนอกอาคาร ของแต่ละอาคารอีกจำนวน 2 จุด เพื่อเป็นข้อมูลเปรียบเทียบ (indoor/outdoor)

4.2 การเก็บตัวอย่างอากาศและวิเคราะห์ตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างอากาศ ตามหลักสุขศาสตร์อุตสาหกรรม โดยวิธีการดักเก็บตัวอย่างด้วยเพลทเก็บตัวอย่าง (Impactor Method) ตามวิธีของ NIOSH (NIOSH Method #0800) ใช้อุปกรณ์ชนิดชั้นเดียว (Single Stage Impactor) โดยเก็บตัวอย่างอากาศบริเวณภายในอาคาร 29 จุด และบริเวณภายนอกอาคาร จำนวน 2 จุด ด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อราสำเร็จรูป Sabouraud Dextrose Agar นำเพลทอาหารเพาะเชื้อที่เก็บตัวอย่างแล้ว ส่งห้องปฏิบัติการเพื่อวิเคราะห์ โดยบ่ม 3-5 วัน แล้วตรวจนับจำนวนโคโลนีเชื้อรา ถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์ และบันทึกผลการวิเคราะห์

4.3 สำรวจทางกายภาพ

สำรวจปัจจัยทางด้านกายภาพของห้อง ได้แก่ ค่าความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ ระบบการหมุนเวียนของอากาศ ความเข้มแสง และการบำรุงรักษาอาคาร ด้วยวิธีการเดินสำรวจ และใช้เครื่องมือตรวจวัด

4.4 สำรวจข้อมูลเชิงสุขภาพ และพฤติกรรมการใช้ห้อง

สำรวจข้อมูลเชิงสุขภาพผู้ใช้ห้อง และพฤติกรรมการใช้ห้อง โดยประยุกต์ใช้ แบบสัมภาษณ์ผู้อาศัยหรือผู้ใช้อาคารต่อปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคาร [15] แก่ผู้ปฏิบัติงาน ณ ห้องทำงาน และผู้ใช้หรือผู้ดูแลห้องเรียน

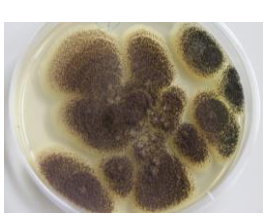
4.5 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistics) เพื่อวิเคราะห์ลักษณะการกระจายข้อมูลทั่วไปหาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด และใช้สถิติ t-test เพื่อเปรียบเทียบจำนวนความเข้มข้นของเชื้อราต่อปัจจัยทางด้านกายภาพ สุขภาพและพฤติกรรมของผู้ใช้ห้อง

5. ผลและวิจารณ์

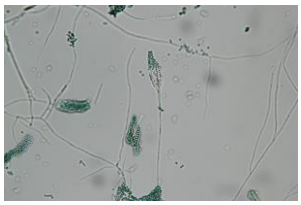
5.1 ชนิดของเชื้อราที่พบในอาคาร

เชื้อราที่พบมากที่สุด 5 ชนิด ได้แก่ *Aspergillus niger*, *Rhizopus* sp., *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp., *Nigrospora* sp. ดังแสดงในรูปที่ 2 แม้ทั้งหมดเป็นเชื้อราสายพันธุ์ที่ไม่ก่อโรค แต่ตามคำแนะนำของ The Centers for Disease Control and Prevention (CDC) แนะนำว่รา หรือคราบราทั้งหมดที่พบ ไม่ว่าจะเป็นชนิดใดๆก็ตามควรกำจัดออกไปจากอาคาร เพื่อไม่ส่งผลกระทบด้านสุขภาพแก่ผู้ที่อยู่ในอาคารเหล่านั้น



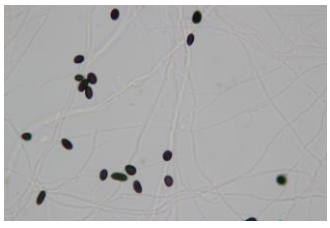
a) *Aspergillus niger* ในเพลท และจากกล้องจุลทรรศน์

b) *Rhizopus* sp. ในเพลท และจากกล้องจุลทรรศน์



c) *Penicillium* sp. ในเพลท และจากกล้องจุลทรรศน์

d) *Aspergillus* sp. ในเพลท และจากกล้องจุลทรรศน์



e) *Nigrospora* sp. ในเพลท และจากกล้องจุลทรรศน์

รูปที่ 2: ภาพถ่ายเชื้อราที่พบมากสุด 5 ชนิด

5.2 ความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของเชื้อรา และปัจจัยทางกายภาพ

ผู้วิจัยได้ศึกษาระหว่างปัจจัยด้านกายภาพภายภายนอกอาคาร พบว่าบริเวณโดยรอบของอาคารวิจัย และอาคารชีวภาพมีต้นไม้รอบๆอาคาร มีสระน้ำ ดินที่ชุ่มน้ำจากทั้งน้ำฝน และน้ำจากการระบาย รวมทั้งมีเรือนเพาะต้นไม้ และเห็ด ส่วนภายในอาคาร ผู้วิจัยได้ศึกษาระหว่างปัจจัยด้านกายภาพ และพฤติกรรมการใช้ห้อง ต่อปริมาณความเข้มข้นเชื้อรา โดยสรุปแต่ละปัจจัยได้ดังต่อไปนี้

5.2.1 อุณหภูมิ และความชื้น

ภายในอาคารวิจัย และอาคารชีวภาพมีความชื้นสัมพัทธ์ในอาคาร ประมาณ 60-70 RH% เป็นช่วงความชื้นสัมพัทธ์ที่มากกว่าปกติเล็กน้อยสำหรับห้องปรับอากาศที่แนะนำโดย ASHRAE คือ 40-60 RH% หากความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่านี้เราจะรู้สึกว่าอากาศชื้นและอบอ้าว เหงื่อแห้งช้า แต่ถ้าต่ำกว่านี้จะรู้สึกว่าผิวแตกแห้ง คัน และไม่สบายตัว โดยในช่วงฤดูร้อนความชื้นสัมพัทธ์อาจจะสูงถึง 90% ในขณะที่ฤดูหนาวอาจลดต่ำลงกว่า 40 % [15] ค่าเฉลี่ยความชื้นที่วัดได้ในอาคารวิจัย และอาคารชีวภาพ คือ 66.38 ±3.13 RH% และอุณหภูมิเฉลี่ยที่ 26.26 ± 0.66 $^{\circ}$C

5.2.2 การเปิด-ปิดหน้าต่าง และประตู

ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจพฤติกรรมการใช้ห้องเรียนและห้องทำงาน พบว่าส่วนใหญ่มีการเปิดหน้าต่าง และประตูให้อากาศภายนอกเข้ามาได้ โดยห้องทำงานบุคลากรของอาคารวิจัยครึ่งหนึ่ง มีการเปิดหน้าต่างและประตูพร้อมกันเพื่อถ่ายเทอากาศและระบายความร้อน อย่างน้อย 1 ชั่วโมงต่อวัน ส่วนอาคารชีวภาพห้องเรียนและห้องทำงานมีการเปิดหน้าต่างและประตูทั้งหมด เพื่อประหยัดพลังงานเครื่องปรับอากาศ จากการวิเคราะห์ทางสถิติจากกลุ่มตัวอย่างพบว่า การเปิดหน้าต่างและประตูนั้นมีผลต่อปริมาณเชื้อราแขวนลอยในอากาศ โดยห้องที่มีการเปิดหน้าต่างประตู มีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นเชื้อรามากกว่าห้องที่ไม่เปิดหน้าต่างอย่างมีนัยสำคัญ (p-value = 0.015)

5.2.3 แสงสว่างจากภายนอกอาคาร

ห้องทำงานและห้องเรียนของอาคารวิจัยนั้น มีบางส่วนที่ไม่ช่องหน้าต่างรับแสงจากภายนอกอาคารเลย ดูจากผังอาคารจะเป็นห้องที่อยู่โซนฝั่งตะวันออกชั้นใน ซึ่งเราตั้งสมมติฐานว่าห้องทำงานเหล่านี้จะมีจำนวนเชื้อราแขนลอยในอากาศมากกว่าห้องทำงานที่อยู่ในโซนที่มีช่องรับอากาศจากภายนองอาคาร แต่ผลการศึกษาพบว่า ห้องที่มีแสงสว่างจากภายนอกอาคารและห้องที่ไม่มีแสงสว่างจากภายนอกอาคารมีปริมาณเชื้อราแขวนลอยในอากาศไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p-value = 0.074)

5.2.4 ปลูกต้นไม้ในห้องทำงาน

ผู้วิจัยตั้งสมมติฐานว่าแหล่งของเชื้อรามาจากความชื้นของต้นไม้และดินในห้องทำงาน ผู้วิจัยจึงได้สำรวจปัจจัยตัวนี้ด้วย จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 29 ห้อง พบว่ามีห้องที่มีต้นไม้ดิน และไม้น้ำ ปลูกอยู่ภายในห้องทำงาน 6 ห้อง แต่ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพบว่า ปริมาณเชื้อราไม่มีความสัมพันธ์กับการปลูกต้นไม้ในห้องทำงาน (p-value = 0.051)

5.2.5 การร้องทุกข์ด้านสุขภาพ

หลักเกณฑ์หนึ่งในการพิจารณาว่าอาคารใดมีปัญหาด้านคุณภาพอากาศภายในอาคารนั้น World Health Organisation (WHO) กล่าวว่า หากมีการร้องเรียนของผู้ที่อาศัยอยู่ในอาคารแห่งนั้น มากกว่า 20% ให้ถือว่าอาคารนั้นมีปัญหาด้านคุณภาพอากาศแล้ว โดยเรื่องร้องเรียนทางด้านสุขภาพที่พบ ได้แก่ อาการระคายเคืองตา และทางเดินหายใจส่วนบน คอแห้ง ปวดศีรษะ เหนื่อยล้า โพรงจมูกตัน ระคายเคืองผิวหนัง หอบ ไอ วิงเวียนศีรษะ คลื่นไส้ จากการศึกษาในกลุ่มตัวอย่างครั้งนี้พบว่า มีจำนวนผู้ร้องเรียน หรือร้องทุกข์ด้านสุขภาพ คิดเป็น 10.34% และอาการทางสุขภาพเหล่านี้เกิดขึ้นอย่างไม่มีรูปแบบแน่นอน ส่วนปัญหาเพิ่มเติมที่พบภายในอาคาร ได้แก่ อุณหภูมิสูงหรือร้อนเกินไป อุณหภูมิต่ำหรือเย็นเกินไป มีกลิ่นแปลกๆ จากค่าสถิติพบว่าจำนวนการร้องทุกข์ด้านสุขภาพนั้น ไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณเชื้อราที่พบในอากาศ (p-value = 0.1)

6 สรุปผล

เชื้อราที่แขวนลอยในอากาศภายในอาคารที่พบในอาคารวิจัย และอาคารชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ เป็นเชื้อราที่พบได้ทั่วไปในสิ่งแวดล้อม ต้นไม้ และดิน แม้ทั้งหมดเป็นเชื้อราสายพันธุ์ที่ไม่ก่อโรค อย่างไรก็ตามเชื้อราหรือคราบราที่พบภายในอาคารต้องกำจัดออกให้หมด ทั้งนี้เพราะปัจจัยที่ส่งผลต่อสุขภาพของผู้ทำงานในอาคาร ไม่ได้ขึ้นตรงกับปริมาณเชื้อราที่พบเพียงอย่างเดียว ยังมีปัจจัยทางด้านสุขภาพส่วนบุคคล ความไวรับก็แต่ละคน ที่ไม่เท่ากัน มาตรฐานเกี่ยวกับปริมาณเชื้อราแขวนลอย จึงไม่ได้ถูกระบุแน่ชัด

ปริมาณที่พบในอาคารมักสูงกว่านอกอาคาร 20-50% ยกตัวอย่างค่าที่เสนอแนะจากประเทศในแถบเอเชีย เช่น ประเทศสิงคโปร์ [16] แนะนำความเข้มข้นของรา (Total Fungi) ไม่ควรเกิน 500 CFU/m^3 ประเทศฮ่องกง [17] ได้แบ่งมาตรฐานเป็นระดับ ได้แก่ระดับดี ค่าความเข้มข้นของรา ต้องไม่เกิน 1,000 CFU/m^3 และระดับดีเยี่ยม ค่าความเข้มข้นของราต้องไม่เกิน 500 CFU/m^3 ปริมาณความเข้มข้นของเชื้อราที่แขวนลอยในอากาศภายในอาคารวิจัย และอาคารชีวภาพ เฉลี่ย 906.86 CFU/m^3 เมื่อเทียบกับปริมาณเชื้อราที่พบทั่วไปในบ้านเรือนประมาณ 100 – 2000 CFU/m^3 ถือว่ามีความเข้มข้นในระดับสูง และเกินค่าแนะนำ ทั้งนี้มีสาเหตุจากพฤติกรรมการใช้ห้อง โดยการเปิดหน้าต่าง และประตูให้อากาศภายนอกเข้ามาได้ เพื่อถ่ายเทอากาศ ระบายความร้อน โดยกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีความเชื่อว่าการเปิดรับอากาศจากภายนอกจะสามารถเจือจางมลพิษ และเชื้อโรคที่แขวนลอยในอากาศได้ จากการวิเคราะห์ทางสถิติของกลุ่มตัวอย่างพบว่า การเปิดหน้าต่างและประตูนั้นมีผลต่อปริมาณเชื้อราแขวนลอยในอากาศ โดยห้องที่มีการเปิดหน้าต่างประตู มีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นเชื้อรามากกว่าห้องที่ไม่เปิดหน้าต่างอย่างมีนัยสำคัญ (p-value = 0.015) นั่นแสดงว่าการปนเปื้อนเชื้อราภายในอาคารนั้น เกิดจากละอองราที่ลอยปนเปื้อนมาจากอากาศภายนอก ที่มีผลความเข้มข้นเชื้อราเฉลี่ยสูงถึง 5,775 CFU/m^3 และค่าการตรวจวัดปริมาณสัดส่วนการพบเชื้อราในอาคารต่อนอกอาคาร (indoor/outdoor) ของอาคารวิจัย และอาคารชีวภาพ พบว่าค่าสัดส่วน มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 14.81% เมื่อเทียบกับค่าสัดส่วนโดยทั่วๆไปจะอยู่ที่ 20-50% นั่นแสดงว่าปริมาณสัดส่วนการพบเชื้อราภายในและภายนอกอาคาร มีค่าความเข้มข้นต่างกันน้อยมาก ซึ่งเป็นเหตุผลที่สนับสนุนว่าการปนเปื้อนเชื้อราภายในอาคารนั้น เกิดจากละอองราที่ลอยปนเปื้อนมาจากอากาศภายนอก ประกอบกับค่าความชื้นที่ค่อนข้างสูงของภูมิภาคนี้ (เฉลี่ย 66.38 RH%) จึงทำให้ห้องเรียน และห้องทำงานส่วนใหญ่มีคราบเชื้อราขึ้นที่ผนัง และเฟอร์นิเจอร์

บรรณานุกรม

[1] วันทนี พันธุ์ประสิทธิ์, 2543, คู่มือปฏิบัติการมลพิษอากาศภายในอาคาร, โรงพิมพ์การศาสนา.

[2] กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข, 2557, “เอกสารอาชีวอนามัยศูนย์พัฒนาวิชาการในเขตอุตสาหกรรมภาคตะวันออก จ. ระยอง,” http://www.siamsafety.com [10 มกราคม 2559].

[3] คณะแพทย์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล, 2551 “สาระน่ารู้ การเจ็บป่วยจากสิ่งปนเปื้อนในอากาศภายในอาคาร (Sick Building Syndrome),” http://www.si.mahidol.ac.th/Th/division/ophs.html [1 พฤศจิกายน 2558].

[4] The Carpet and Rug Institute, 2008, “Mold and Indoor Air Quality,” https://www.carpet-rug.org/Documents/Technical_Bulletins/0810_Mold_Indoor_Air_Quality.pdf [10 June 2016].

[5] กิจจา จิตรภิรมย์, ปธานิน แสงอรุณ, วรันธร คำพิลา, 2556 “การประเมินการปนเปื้อนเชื้อราในอากาศภายในสถานบริการสปาในกรุงเทพมหานคร.” วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา 18, 1: 5-14

[6] สุพจน์ เตชะอำานวยวิทย์, 2548, การแก้ไขปัญหาเชื้อราในระบบปรับอากาศ, สมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทย.

[7] National Institute for Occupational Safety and Health Office of the Director, 2016 “Appendix C: Moisture, Mold and Mildew,” www.cdc.gov/niosh/pdfs/appenc.pdf [24 June 2016]

[8] สุวัฒน์ ดำนิล, 2552, การสำรวจระดับความเข้มข้นและการจำแนกชนิดของแบคทีเรียและเชื้อราในอากาศภายในอาคารของโรงพยาบาลศิริราช, มหาวิทยาลัยมหิดล.

[9] ศิริพร วันฟั่น, 2556, “เชื้อรา (Molds) อันตรายใกล้ตัวที่ไม่ควรมองข้าม,” http://www.thailandindustry.com/guru.html [1 พฤศจิกายน 2558].

[10] N. Kalogerakis, et al.,2005 “Indoor Air Quality - Bioaerosol Measurements in Domestic and Office Premises,” Journal of Aerosol Science, 751-761.

[11] ฝ่ายบริการวิชาการ, 2556 “ข้อมูลป้องกันเชื้อรามีพิษสำหรับที่ทำงานและที่บ้านของคุณ 10 ข้อ,” http://www.siamsafety.com/html [1 พฤศจิกายน 2558].

[12] Jay M. Portnoy, Charles S. Barnes, Kevin Kennedy, 2003, Sampling for Indoor Fungi, Journal of Allergy and Clinical Immunology , Volume 113 , Issue 2 , 189 - 198

[13] วันทนี พันธุ์ประสิทธิ์, 2557, “การประเมินสิ่งแวดล้อมทางชีวภาพ,” http://www.safety-stou.com/UserFiles/File/html. [3 เมษายน 2559].

[14] วันทนี พันธุ์ประสิทธิ์, 2557 สุขศาสตร์อุตสาหกรรม กลยุทธ์ ประเมิน ควบคุมและจัดการ, เบสท์ กราฟฟิค เพรส.

[15] จักรกฤษณ์ ศิวะเดชาเทพ, 2555 คุณภาพอากาศภายในอาคาร. ชุดวิชาสุขศาสตร์อุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 15-32.

[16] Ministry of the Environment, Institute of Environmental Epidemiology, 1996, Guidelines for Good Indoor Air Quality in Office, Premises. 1st ed, Singapore.

[17] Environmental Protection Department, 2014, “Indoor Air Quality Information Center” http://www.iaq.gov.hk/tables.html [15 March 2016].