

ปริมาณสปอร์ของรา *Aspergillus*, *Cladosporium* และ
Penicillium ชักนำให้เกิดโรคหอบหืดอย่างมีศักยภาพใน
นักเรียนอายุ 10-15 ปี

Spore Concentration of *Aspergillus*, *Cladosporium* and
Penicillium Potentially Inducing Asthma Disease in
Student Age 10-15 Years

ณัฐชะพงศ์ ทองเงิน, ศุภวิชญ์ นาคครั้น, ณัฐจิต อันเมฆ*

และจินดา คงเจริญ

สาขาเทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี ตำบลมะขามเตี้ย อำเภอเมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี 84000

Natchapong Thongngern, Suppawit Nakkrueen, Nutthajit Onmek*

and Jinda Kongcharoen

Program in Industrial Management Technology, Faculty of Science and Industrial Technology,
Prince of Songkla University, Surat Thani Campus, Makhm Tia, Muang, Surat Thani 84000

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณชนิดของรา *Aspergillus*, *Cladosporium* และ *Penicillium* ภายในห้องเรียน ที่อาจชักนำให้เกิดโรคหอบหืดในนักเรียนที่อยู่ในช่วงอายุ 10-15 ปี ของโรงเรียน A, B และ C โดยใช้เครื่องเก็บตัวอย่างจุลชีพ รุ่น Microflow alfa และวิธีการป้ายพื้นผิว (swab) ในแต่ละวันของสัปดาห์ และอาหารเลี้ยงราที่ใช้ คือ malt extract agar (MEA) ผลการศึกษาปริมาณของราทั้ง 3 ชนิด โดยใช้วิธีการใช้เครื่องเก็บตัวอย่างจุลชีพ เมื่อเปรียบเทียบในแต่ละห้องเรียน และเปรียบเทียบในแต่ละโรงเรียน พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน แต่เมื่อเปรียบเทียบปริมาณราในแต่ละวัน มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ผลการวิเคราะห์ปริมาณราทั้ง 3 ชนิด โดยเฉลี่ยพบว่าโรงเรียน A, B และ C มีปริมาณราเฉลี่ย 8.11 ± 0.99 , 7.28 ± 1.09 และ 7.03 ± 1.43 CFU/m³ ตามลำดับ นักเรียนที่มีอาการของโรคหอบหืดขณะอยู่ที่โรงเรียน A, B และ C คิดเป็นร้อยละ 1.8, 1.9 และ 1.1 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังมีความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรากับโรคและจำนวนนักเรียนที่มีอาการของโรคหอบหืดขณะอยู่ที่โรงเรียน ($r = 0.75$, $p < 0.05$) แสดงว่าปริมาณราก็อาจเป็นปัจจัยเสี่ยงที่ชักนำให้เกิดอาการของโรคหอบหืดในนักเรียน ผลการวิจัยนี้อาจใช้เป็นแนวทางปรับปรุงคุณภาพอากาศในห้องเรียนให้ปริมาณราในอากาศลดลง ซึ่งอาจช่วยลดอาการของโรคหอบหืดในนักเรียนได้

คำสำคัญ : ปริมาณรา; โรคหอบหืด; โรคภูมิแพ้; นักเรียน; โรงเรียน

Abstract

This study was to investigate spore concentration of *Aspergillus*, *Cladosporium* and *Penicillium* in classrooms potentially could induce to cause asthma disease in students aged 10-15, in schools A, B and C. By using microbial air collector version Microflow alfa and surface swab were used to collect spores for counting, in each day of the week, and fungal medium used malt extract agar (MEA) was as medium culture. Results showed that no significant differences between the amount of 3 fungal species in each classrooms and schools. The amount of fungi differed significantly in each day as determined by one-way analysis of variance at 0.05 levels. The average amounts of 3 fungal species in the schools A, B and C were 8.11 ± 0.99 , 7.28 ± 1.09 and 7.03 ± 1.43 CFU/m³, respectively. Student showing asthma symptoms while daying at school A, B and C were 1.8, 1.9 and 1.1 %, respectively. Furthermore, there was also a correlation between the amount of fungi and the number of student showing of asthma symptoms while staying at the school ($r=0.75$, $p < 0.05$). This indicated that the amounts of fungi may be a risk factor to potentially induce asthma symptoms in students. The result from this study could be guideline to improve the air quality in classrooms so that the amount of airborne fungi could be reduced and asthma disease in students might also be decreased.

Keywords: concentration of fungi; asthma disease; allergies disease; student; school

1. บทนำ

ในบรรยากาศโดยทั่วไปมีเชื้อจุลินทรีย์แพร่กระจายอยู่ไม่ว่าจะเป็นบนพื้นผิวหรือสิ่งแวดล้อมในสถานที่ใด ๆ ซึ่งอาจมีชนิดของเชื้อก่อโรคปะปนอยู่ จุลินทรีย์บางชนิด ที่อาจก่อให้เกิดโรคหอบหืดและโรคระบบทางเดินหายใจ สามารถพบได้บ่อยอย่างแพร่หลายทั่วโลก จากการสำรวจในประเทศไทยพบว่าอุบัติการณ์ของโรคนี้ได้เพิ่มขึ้นสูงกว่าแต่ก่อนมาก และมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ สาเหตุเชื่อว่าเกิดจากปัจจัยทางพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม ซึ่งพบโรคนี้ประมาณร้อยละ 10-15 ของประชากร พบได้ทั้งเด็กและผู้ใหญ่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในวัยเด็กซึ่งมีภูมิคุ้มกันต่ำ ซึ่งปัจจัยเกี่ยวข้องที่สำคัญนอกเหนือจาก

สาเหตุทางด้านพันธุกรรมแล้ว คือ สิ่งแวดล้อม สำหรับผู้ที่ป่วยเป็นโรคหอบหืดที่เกิดจากสาเหตุภูมิแพ้ การอยู่ในสิ่งแวดล้อมที่มีสารก่อภูมิแพ้เป็นเวลานาน จะทำให้เกิดปฏิกิริยาภูมิแพ้ต่อสารนั้น และทำให้เกิดอาการหอบหืดขึ้นมาได้ ซึ่งปัจจัยของสภาพแวดล้อมอีกอย่างหนึ่ง คือ ไรในอากาศ โดยมีการศึกษารายงานที่ก่อโรคในระบบทางเดินหายใจ ได้แก่ *Aspergillus*, *Cladosporium* และ *Penicillium* ที่ชักนำให้เกิดอาการหรือภาวะภูมิไวเกินที่เรียกว่าภูมิแพ้หรือในผู้ป่วยอาจทำให้เกิดการหอบหืด ไอ หายใจมีเสียงหวีด และมีอาการของโรคเพิ่มมากขึ้น เป็นต้น

สภาพแวดล้อมในโรงเรียนสามารถถือเป็นสภาพแวดล้อมที่สำคัญที่สุดสำหรับเด็ก และเป็น

สถานที่ที่เด็กใช้ชีวิตอยู่เป็นเวลานานนอกเหนือจากที่บ้าน ยิ่งไปกว่านั้นยังเป็นที่ที่มีเด็กอยู่ร่วมกันเป็นจำนวนมากซึ่งมาจากหลากหลายครอบครัว จึงทำให้มีการแพร่กระจายของโรคได้ง่าย ในการศึกษาก่อนหน้านี้ได้แสดงให้เห็นว่าการแพร่กระจายของโรกระบบทางเดินหายใจได้ง่ายและรวดเร็วในเด็กที่อาศัยอยู่ในอาคารที่มีความชื้นหรือรา นอกจากนี้มีการรายงานว่า การสัมผัสกับสปอร์ของราที่อยู่ในโรงเรียน จะเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการเป็นโรคหอบหืดและโรกระบบทางเดินหายใจ โดยเป็นโรคเรื้อรังที่พบบ่อยในเด็กที่มีอายุน้อย โดยส่วนใหญ่จะมีอาการหนักเวลาเป็นหวัดเนื่องจากมีภูมิคุ้มกันต่ำทำให้ติดเชื้อได้ง่าย ซึ่งภายในห้องเรียนที่มีระบบระบายอากาศแบบธรรมชาติจะมีการไหลเวียนของอากาศจากภายนอก ซึ่งอาจมีการปะปนสปอร์ของรามากับลมที่พัดเข้ามาภายในห้องเรียน และอาจตกอยู่บนพื้นผิวที่นักเรียนมีการสัมผัส ประกอบกับอุณหภูมิและความชื้นภายในห้องเรียนมีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของรา และจากกิจกรรมที่นักเรียนทำในแต่ละวัน ก็ทำให้ปริมาณการปนเปื้อนของราที่ปนเปื้อนอยู่ในอากาศที่แตกต่างกัน

งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมาย (1) เพื่อศึกษาปริมาณสปอร์ของราในอากาศที่อยู่ภายในห้องเรียนในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาตอนต้น (2) ประเมินกลุ่มอาการของโรกระบบทางเดินหายใจ โรคหอบหืดหรือโรคภูมิแพ้ในนักเรียน (3) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสปอร์ของราในอากาศที่ส่งผลต่อ

นักเรียนที่อยู่ภายในห้องเรียน และ (4) เปรียบเทียบปริมาณสปอร์ของราในอากาศโดยจำแนกตามวัน

2. วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 กลุ่มตัวอย่างและชนิดของราที่เก็บ

2.1.1 กลุ่มตัวอย่าง

การเก็บตัวอย่างจะเก็บเฉพาะนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5, 6 และระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และ 3 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 ของโรงเรียน 3 แห่ง รอบ ๆ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี ประกอบไปด้วย 3 โรงเรียน ได้แก่ โรงเรียน A, B และ C จำนวน 575 คน เก็บตัวอย่างสปอร์ของราในอากาศภายในห้องเรียนระดับชั้นประถมศึกษาและมัธยมศึกษาตอนต้นในช่วงเวลา 09:00-15:00 น. ของแต่ละวัน ในวันอังคาร พุธ พฤหัสบดี ศุกร์ และอาทิตย์ ตั้งแต่วันที่ 16 กุมภาพันธ์ ถึง 15 มีนาคม พ.ศ. 2558 โดยเก็บตัวอย่างซ้ำกัน 3 ครั้ง ในบริเวณกลางห้องเรียน พร้อมทั้งบันทึกข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม จำนวนนักเรียนทั้งหมด จำนวนนักเรียนที่มีอาการของโรคหอบหืด และกิจกรรมของนักเรียนในขณะนั้น ซึ่งกรอบแนวคิดของงานวิจัยนี้แสดงในรูปที่ 1

2.1.2 ชนิดของราที่เก็บ

การนับจำนวนของรานั้นจะนับจำนวนเฉพาะราเพียง 3 ชนิด เท่านั้น คือ *Aspergillus* spp, *Cladosporium* spp และ *Penicillium* spp



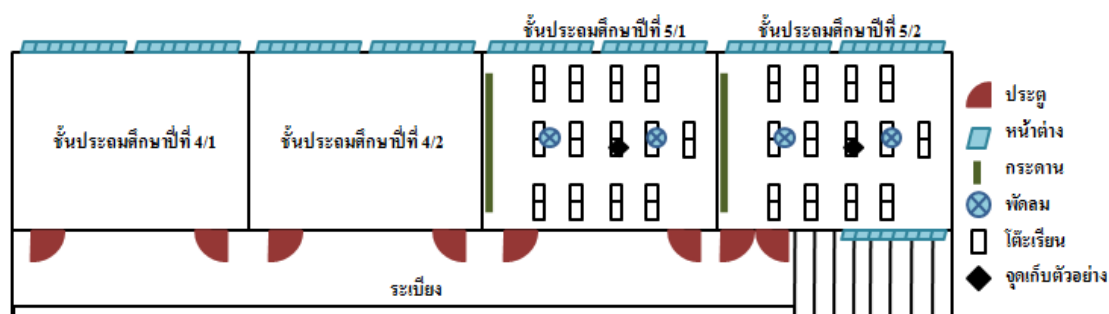
รูปที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

2.2 วิธีการเก็บสปอร์ของรา

2.2.1 วิธีใช้เครื่องเก็บตัวอย่างจุลชีพ

ก่อนเริ่มเก็บสปอร์ของราด้วยเครื่องเก็บตัวอย่างจุลชีพ จะนำเครื่องเก็บตัวอย่างจุลชีพมาทำความสะอาดด้วยแอลกอฮอล์ แล้ววางจานอาหารเลี้ยงเชื้อบนอุปกรณ์เก็บตัวอย่าง พร้อมตั้งค่าเครื่องกำหนดอัตราในการดูดอากาศ 30 ลิตรต่อนาที นาน 5 นาที แล้วเก็บตัวอย่างที่ระดับความสูงประมาณ 60

เซนติเมตร เมื่อสิ้นสุดการเก็บตัวอย่างจะปิดฝาแล้วพันพาราฟิล์มรอบจานตามคู่มือของ NIOSH Manual of Analytical Methods ปี 1991 และนำส่งห้องปฏิบัติการเพื่อวิเคราะห์ต่อไป [1] โดยตัวอาคารและห้องเรียนของทั้ง 3 โรงเรียน มีลักษณะใกล้เคียงกัน ดังรูปที่ 2 ซึ่งแสดงตัวอย่างพื้นที่และตำแหน่งการเก็บตัวอย่างของโรงเรียน A



รูปที่ 2 ตำแหน่งการเก็บตัวอย่างสปอร์ของรา อุณหภูมิ ความชื้น จำนวนคน และความเร็วลมของห้องเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยวิธีการใช้เครื่องเก็บตัวอย่างจุลชีพ

2.2.2 วิธีการป้ายพื้นผิว (swab)

การเก็บสปอร์ของราโดยวิธีป้ายพื้นผิว จะเลือกในพื้นที่เป็นพื้นผิวเรียบ หลังจากนั้นนำไม้พันสำลีที่ปราศจากเชื้อจุ่มในหลอดแก้วบรรจุบัฟเฟอร์ให้ชุ่มพอหมาด ๆ ป้ายพื้นผิวบริเวณที่ต้องการด้วยวิธีการหมุนก้านไม้พันสำลีไปบนพื้นผิวในพื้นที่ 16 ตารางเซนติเมตร โดยใช้ไม้พันสำลี 1 อันต่อ 1 ตัวอย่าง การป้ายพื้นผิวในลักษณะนี้ให้ทำซ้ำ 2-3 ครั้ง จนกระทั่งเต็มกรอบ ในแต่ละครั้งนำไม้พันสำลีแกว่ในขวดบรรจุ PBS บัฟเฟอร์ ขวดเดิม บีบบัฟเฟอร์ออกจากสำลีก่อนป้ายพื้นผิวเช่นครั้งแรก เมื่อป้ายครั้งสุดท้ายแล้วจะใส่ไม้พันสำลีไว้ในหลอด PBS บัฟเฟอร์ แล้วปิดฝาขวดให้แน่น และนำไปนับจำนวนโคโลนีของราด้วยการเจือ

จางด้วย normal saline solution (10^{-1} - 10^{-3}) แล้วนำตัวอย่างที่เจือจางแล้ว 0.1 มิลลิลิตร หยดบนอาหารเลี้ยงรา MEA แล้วใช้แท่งแก้วสามเหลี่ยมเกลี่ยกระจายเชื้อด้วยวิธี spread plate นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง หลังจากนั้นนับจำนวนโคโลนีของราที่เกิดขึ้น

2.3 การประเมินกลุ่มอาการของโรคระบบทางเดินหายใจ โรคหอบหืด หรือโรคภูมิแพ้

กลุ่มนักเรียนที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นนักเรียนภายในห้องเรียนที่มีการเก็บตัวอย่างราในอากาศและมีช่วงอายุ 10-15 ปี โดยใช้แบบประเมินการควบคุมโรคระบบทางเดินหายใจ และมีผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 คน พิจารณาความสอดคล้องของ

เนื้อหาและรายละเอียดข้อความ เช่น (1) มีอาการแน่นหน้าอกหรือหายใจมีเสียงดังหวีดในช่วงเวลากลางวันหรือกลางคืน (2) มีอาการคัดจมูก น้ำมูกไหล ไอ จาม เจ็บคอ (3) มีอาการไอมีเสมหะ เจ็บหน้าอกเหนื่อยหรือหอบ (4) มีอาการผิดปกติในระบบทางเดินหายใจเมื่อมีสิ่งกระตุ้น เช่น ละอองเกสรดอกไม้ ขนสัตว์ และฝุ่นจากพรม (5) มีอาการผิดปกติในระบบทางเดินหายใจเมื่ออยู่ที่โรงเรียนหรือที่บ้าน

แบบประเมินนี้ได้ซักถามประวัติในระบบทางเดินหายใจของนักเรียน ได้แก่ ประวัติสุขภาพในปัจจุบัน อาการสำคัญ ประวัติสุขภาพในครอบครัว และสิ่งแวดล้อม เป็นต้น โดยใช้แบบประเมินที่นักเรียนระบุอาการผิดปกติที่เกิดขึ้นในระบบทางเดินหายใจของตนเองด้วยการตั้งคำถามที่ใช้ในการคัดกรองผู้ที่มีอาการที่เป็นผลอันเนื่องมาจากสารก่อภูมิแพ้และสารระคายเคืองต่าง ๆ รวมทั้งอาการของโรคหอบหืด หลังจากนั้นวินิจฉัยนักเรียนแต่ละโรงเรียนว่ามีแนวโน้มในการเกิดโรคใด โดยใช้ตัวบ่งชี้การเตือน เช่น อาการเตือนของโรคหอบหืด เช่น หายใจลำบาก แน่นหน้าอก หายใจมีเสียงดังหวีด ไอ โดยเฉพาะตอนกลางคืน อาการเตือนของโรคแพ้ต่อสารก่อให้เกิดภูมิแพ้จากควั่นบุรี ละอองเกสร สัตว์ เช่น อาการคัดจมูก ไอจาม โดยจำแนกเป็น 4 กลุ่มอาการ ได้แก่ มีเฉพาะอาการของโรคหอบหืด มีเฉพาะอาการของโรคภูมิแพ้ มีอาการ

ของโรคหอบหืดร่วมกับโรคภูมิแพ้ และนักเรียนที่ไม่มีอาการเลย ซึ่ง 3 กลุ่มแรก มีการแยกพิจารณาถึงสถานที่เกิดว่ามีอาการที่โรงเรียน มีอาการที่บ้าน หรือมีอาการทั้ง 2 แห่ง ด้วย

3. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

3.1 เปรียบเทียบปริมาณสปอร์ของราในอากาศเฉลี่ยในแต่ละวันทั้ง 3 โรงเรียน

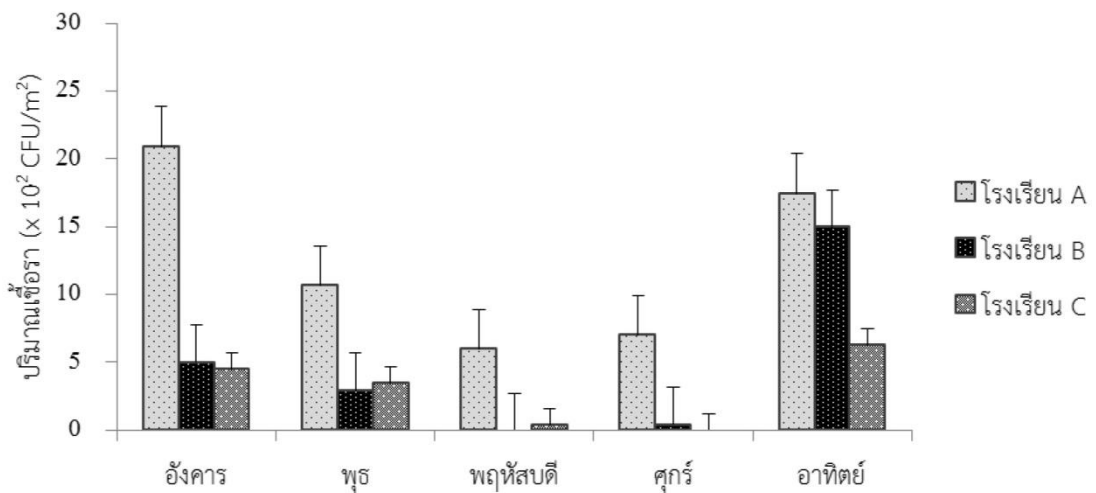
การเก็บสปอร์ของราโดยวิธีการใช้เครื่องเก็บตัวอย่างจุลชีพภายในห้องเรียนพบว่าในโรงเรียน A มีปริมาณราทั้ง 3 ชนิด รวมกันในอากาศภายในอาคารสูงสุด ในวันอังคาร พุธ พฤหัสบดี และศุกร์ โดยมีประมาณ 58.88, 71.38, 94.43 และ 132.21 CFU/m³ ตามลำดับ ดังตารางที่ 1 ยกเว้นในวันอาทิตย์พบว่าปริมาณว่าสปอร์ของราในอากาศภายในอาคารของโรงเรียน C มีปริมาณสูงสุด โดยมีประมาณ 45.14 CFU/m³ นอกจากนี้ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณสปอร์รวมทุกวันระหว่างโรงเรียนพบว่าไม่มีความแตกต่างกันเนื่องด้วยทั้ง 3 โรงเรียน ตั้งอยู่ใกล้เคียงกัน ซึ่งมีสภาพอากาศที่ใกล้เคียงกัน จากการศึกษา Bartlett และคณะ [2] ได้ระบุว่าในพื้นที่ต่างกันจะส่งผลให้มีภูมิอากาศต่างกัน ทำให้มีปริมาณจุลินทรีย์ต่างกัน

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณสปอร์ของราจำแนกตามวันในแต่ละโรงเรียนด้วยวิธี Tukey HSD

โรงเรียน	อังคาร	พุธ	พฤหัสบดี	ศุกร์	อาทิตย์	P-value
A	58.88 ^{ab}	71.38 ^{ab}	94.43 ^{bc}	132.21 ^c	41.66 ^a	0.00*
B	27.99 ^a	22.66 ^a	61.32 ^b	113.77 ^c	44.43 ^{ab}	0.00*
C	29.99 ^a	55.18 ^{abc}	68.14 ^{bc}	83.69 ^c	45.14 ^{ab}	0.00*

*มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และตัวอักษรที่แตกต่างกันในแถวอนแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดย a คือ กลุ่มวันที่มีปริมาณสปอร์ของราในระดับต่ำ b คือ กลุ่มวันที่มีปริมาณสปอร์ของราในระดับปานกลาง และ c คือ กลุ่มวันที่มีปริมาณสปอร์ของราในระดับสูง

ผลจากการเปรียบเทียบปริมาณสปอร์ของราในอากาศระหว่างวัน จำแนกตามโรงเรียน A, B และ C ดังตารางที่ 1 พบว่าปริมาณสปอร์ของราในอากาศในต้นสัปดาห์ ซึ่งอยู่ในกลุ่ม a มีปริมาณสปอร์ของราอยู่ในระดับต่ำจะมีแนวโน้มค่อย ๆ สูงขึ้นเรื่อย ๆ ในกลางสัปดาห์ ซึ่งอยู่ในกลุ่ม b จะอยู่ในระดับปานกลาง จนกระทั่งปลายสัปดาห์ในกลุ่ม c จะมีปริมาณสปอร์ของราอยู่ในระดับสูงโดยสูงสุดในวันศุกร์ ได้แก่ โรงเรียน A, B และ C มีปริมาณ 132.21, 113.77 และ 83.96 CFU/m³ ตามลำดับ จากนั้นจะค่อยลดลงในวันหยุดของสัปดาห์ อาจเนื่องจากการสะสมจากตัวนักเรียน เช่น บริเวณเสื้อผ้า หรือผิวหนัง เมื่อมีกิจกรรมก็จะทำให้หลุดลอยในอากาศ จากการศึกษาของ ธันวดี [3] ระบุไว้ว่าเมื่อความเร็วลมคงที่ทำให้สปอร์ของราที่มีการฟุ้งกระจายในรูปแบบของสปอร์ซึ่งเบา และลอยอยู่ในอากาศได้นานและตกลงสู่พื้นได้ยาก



รูปที่ 3 การเปรียบเทียบปริมาณสปอร์ของราบนโต๊ะเรียนภายในอาคารระหว่างโรงเรียนโดยวิธีการป้ายพื้นผิว (swab)

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณสปอร์ของราโดยวิธีการป้ายพื้นผิว (swab) ระหว่าง 3 โรงเรียน โดยใช้การวิเคราะห์ความ

3.2 เปรียบเทียบปริมาณสปอร์ของราบนพื้นผิวเฉลี่ยในแต่ละวันทั้ง 3 โรงเรียน

การเก็บตัวอย่างโดยวิธีการป้ายพื้นผิวบนโต๊ะเรียนภายในอาคาร (รูปที่ 3) พบว่าปริมาณสปอร์ของราบนโต๊ะเรียนภายในอาคารโรงเรียน A มีปริมาณสปอร์ของราบนโต๊ะเรียนสูงสุดในวันอังคาร พุธ พฤหัสบดี ศุกร์ และอาทิตย์ โดยมีปริมาณสปอร์ของราในอากาศภายในอาคารประมาณ 20.92×10^2 , 10.68×10^2 , 5.99×10^2 , 7.03×10^2 และ 17.45×10^2 CFU/m² ตามลำดับ นอกเหนือจากนี้ ยังพบว่าปริมาณของราซึ่งพบในแต่ละวันของโรงเรียน B และ C มีแนวโน้มเหมือนกัน แต่แตกต่างกับโรงเรียน A เมื่อพิจารณาปริมาณสปอร์ของราซึ่งพบในแต่ละวันของโรงเรียน A, B และ C ซึ่งตรวจวัดในแต่ละวิธีให้ผลสอดคล้องกัน ดังแสดงในรูปที่ 4

แปรปรวน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 เนื่องจากสถานที่ตั้งอาคารเรียนแต่ละโรงเรียนมีปัจจัยแวดล้อมที่ต่างกันส่งผลให้มีการ

กระจายของฝุ่นละอองที่แตกต่างกันทำให้แต่ละพื้นที่มีการจับตัวของอนุภาคที่ต่างกัน [4] เมื่อแยกพิจารณารายโรงเรียนด้วยวิธี Tukey HSD พบว่าปริมาณสปอร์ของราระหว่างโรงเรียน A กับ B (p-value = 0.017) และโรงเรียน A กับ C (p-value = 0.041) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เนื่องจากอาคารเรียนของโรงเรียน A ได้ตั้งอยู่ใกล้ถนนใหญ่ ซึ่งมีการจราจรแออัด และมีการก่อสร้างภายในโรงเรียน จึงส่งผลให้มีฝุ่นละอองจากปัจจัยดังกล่าวจับตัวกับสปอร์ของราจึงทำให้เกิดอนุภาคตกลงสู่พื้นตามแรงโน้มถ่วง [5] และระหว่างโรงเรียน B กับ C (p-value = 0.867) พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3.3 ชนิดของราที่พบภายในห้องเรียนของทั้ง 3 โรงเรียน

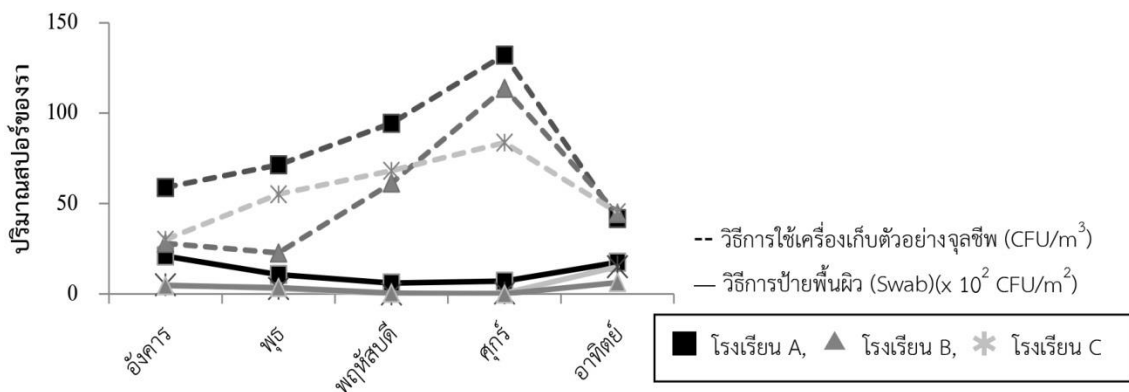
การเก็บตัวอย่างสปอร์ของราในอากาศของทั้ง 3 โรงเรียน เมื่อนำมาตรวจวิเคราะห์ด้วยกล้องจุลทรรศน์ พบว่ามีราที่พบ 6 ชนิด โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ซึ่งสอดคล้องกับรายงานวิจัยอื่น ๆ ที่ได้รายงานไว้ว่าเป็นราที่เป็นสาเหตุก่อให้เกิดโรคหอบหืดได้ และราชนิดอื่น ๆ ที่พบก็เป็นราที่พบได้ในอากาศโดยทั่วไป เช่นเดียวกัน Meklin และคณะ [6] กล่าวคือ ราก่อโรคหอบหืด ได้แก่ *Aspergillus*, *Cladosporium* และ

Penicillium ราชนิดอื่น ๆ ได้แก่ *Curvularia*, *Alternaria* และ *Chrysosilia* (รูปที่ 5)

3.4 จำนวนนักเรียนที่มีอาการของโรคหอบหืดและโรคภูมิแพ้

ผลจากการประเมินกลุ่มอาการอันประกอบไปด้วยมีเฉพาะอาการของโรคหอบหืด มีเฉพาะอาการของโรคภูมิแพ้ในโรงเรียน มีอาการของโรคหอบหืดร่วมกับโรคภูมิแพ้ในโรงเรียน และไม่มีอาการของโรคเหล่านี้ของนักเรียนใน 3 โรงเรียน จำนวน 501 คน พบว่ามีนักเรียนที่มีอาการของโรคหอบหืดร่วมกับโรคภูมิแพ้สูงสุดในโรงเรียน A, B และ C จำนวน 84, 61 และ 108 คน ตามลำดับ (ภาพที่ 6)

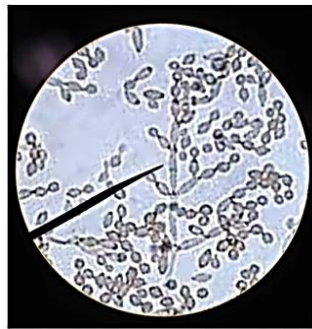
นักเรียน 167 คน ที่ทำแบบประเมินในโรงเรียน A พบว่ามีนักเรียนที่มีอาการของโรคหอบหืดขณะอยู่ที่โรงเรียนแต่ไม่มีอาการภูมิแพ้ต่าง ๆ ในโรงเรียนคิดเป็นร้อยละ 1.8 ซึ่งพบในห้องเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/1 จำนวน 2 คน และห้องเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 1 คน เมื่อเก็บตัวอย่างปริมาณราก่อโรค ได้แก่ *Aspergillus*, *Cladosporium* และ *Penicillium* โดยวิธีการใช้เครื่องเก็บตัวอย่างจุลชีพภายในห้องเรียนดังกล่าว พบปริมาณสปอร์ของราก่อโรคเฉลี่ยใน 1 สัปดาห์ เท่ากับ 3.99 และ 4.44 CFU/m³ ตามลำดับ (รูปที่ 7)



รูปที่ 4 การเปรียบเทียบปริมาณสปอร์ของราระหว่างวิธีการใช้เครื่องเก็บตัวอย่างจุลชีพและวิธีการป้ายพื้นผิว



Aspergillus



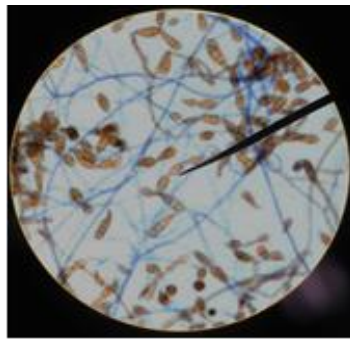
Cladosporium



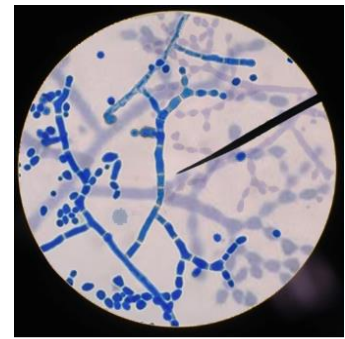
Penicillium



Curvularia

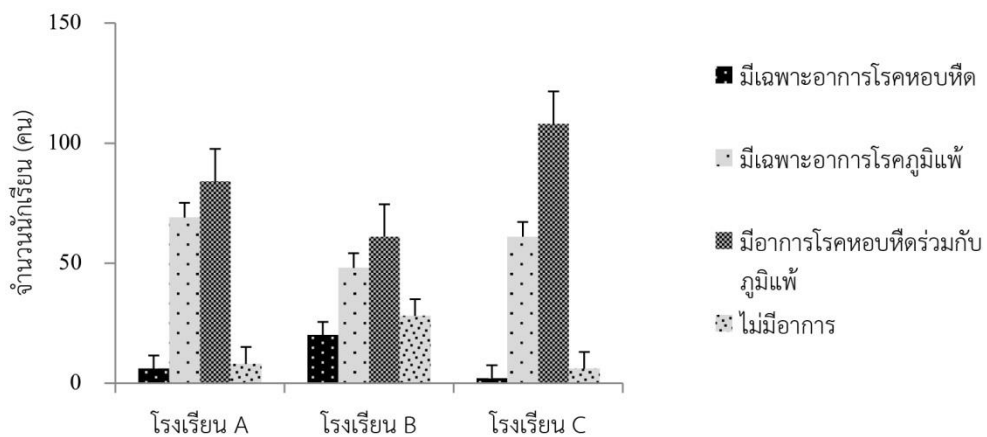


Alternaria



Chrysosporium

รูปที่ 5 ราก่อโรคหอบหืดและราชนิดอื่น ๆ



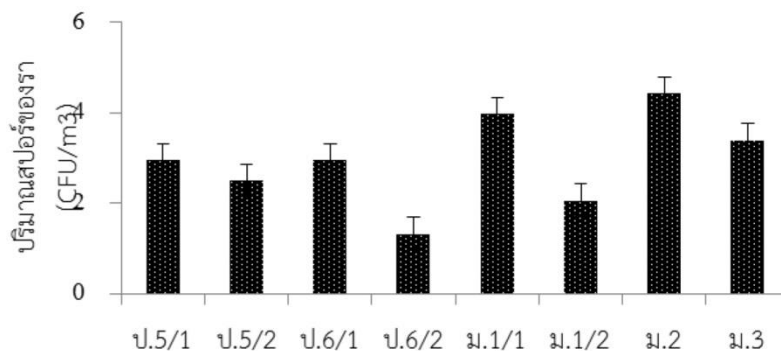
รูปที่ 6 การเปรียบเทียบจำนวนนักเรียนที่เป็นโรคหอบหืดและโรคภูมิแพ้จำแนกตามโรงเรียน

เมื่อพิจารณาโรงเรียน B จากนักเรียนทั้งหมด 157 คน ที่ทำแบบประเมิน พบว่ามีนักเรียนที่มีอาการของโรคหอบหืดภายในโรงเรียนแต่ไม่มีอาการภูมิแพ้ต่าง ๆ ขณะอยู่ที่โรงเรียนคิดเป็นร้อยละ 1.9 ซึ่ง

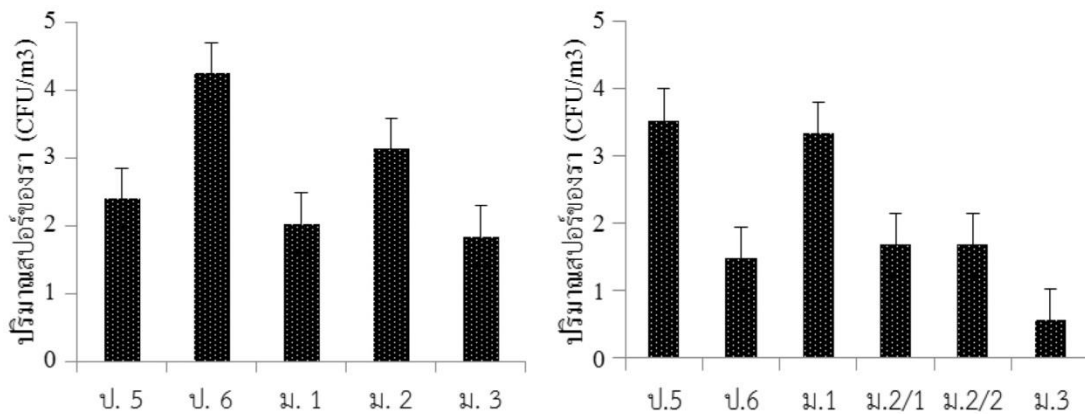
พบในห้องเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 2 คน และห้องเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 1 คน เมื่อเก็บตัวอย่างปริมาณสปอร์ของราก่อโรค ได้แก่ *Aspergillus*, *Cladosporium* และ *Penicillium* โดย

วิธีการใช้เครื่องเก็บตัวอย่างจุลชีพภายในห้องเรียน
ดังกล่าว พบปริมาณสปอร์ของราก่อโรคเฉลี่ยใน 1

สัปดาห์ เท่ากับ 4.26 และ 3.15 CFU/m³ ตามลำดับ
ดังรูปที่ 8



รูปที่ 7 ปริมาณสปอร์ของราก่อโรคภายในห้องเรียนของโรงเรียน A



รูปที่ 8 ปริมาณสปอร์ของราก่อโรคภายในโรงเรียน B (ซ้าย) และ C (ขวา)

นักเรียนทั้งหมด 177 คน ที่ทำแบบ
ประเมินของโรงเรียน C พบว่ามีนักเรียนที่มีอาการของ
โรคหอบหืดภายในโรงเรียนแต่ไม่มีอาการภูมิแพ้ต่าง ๆ
ในโรงเรียนคิดเป็นร้อยละ 1.1 ซึ่งพบในห้องเรียนชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 5 และห้องเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
จำนวนห้องละ 1 คน เมื่อเก็บตัวอย่างปริมาณสปอร์
ของราก่อโรคทั้งสามชนิดภายในห้องเรียนนั้น พบว่ามี
ปริมาณสปอร์ของราก่อโรคเฉลี่ยใน 1 สัปดาห์ เท่ากับ
3.52 และ 3.33 CFU/m³ ตามลำดับ (รูปที่ 8)

ภาพรวมทั้ง 3 โรงเรียน พบว่ามีนักเรียนที่มี

อาการของโรคหอบหืดภายในโรงเรียนแต่ไม่มีอาการ
ภูมิแพ้คิดเป็นร้อยละ 1.6 ของนักเรียนทั้งหมด ซึ่งอาจ
ส่งผลกระทบต่ออารมณ์ จิตใจ การเรียน และการ
ดำรงชีวิตประจำวันได้มาก อาจต้องขาดเรียนบ่อยครั้ง
ทำให้เด็กกลัวการไปโรงเรียน ส่งผลให้เด็กเรียนไม่ทัน
เพื่อน ๆ อีกทั้งนักเรียนที่มีอาการของโรคหอบหืดจะอยู่
ในห้องเรียนที่มีปริมาณสปอร์ของราก่อโรคสูงสุดในแ
ละโรงเรียน เมื่อใช้การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (correla-
tion analysis) พบว่าปริมาณสปอร์ของราก่อโรคม
ีความสัมพันธ์กับจำนวนนักเรียนที่มีอาการของโรคหอบ

หิด ($p < 0.05$) จากการศึกษาของ Reponen และคณะ [7] ได้ระบุว่าสปอร์ของราชนิด *Aspergillus*, *Cladosporium* และ *Penicillium* เป็นสิ่งกระตุ้นให้ประชากรมีอาการของโรคหอบหืดเพิ่มขึ้น 36-48 % ซึ่งถ้าในอาคารที่มีปริมาณสปอร์ของราเหล่านี้เพิ่มขึ้น จะพบประชากรที่เป็นโรคหอบหืดเพิ่มขึ้นเช่นกัน

3.5 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสปอร์ของราในอากาศกับปัจจัยสภาพแวดล้อม

การเก็บตัวอย่างปริมาณสปอร์ของราและการตรวจวัดค่าปัจจัยสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ในแต่ละโรงเรียน ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น และความเร็วลม

เมื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสปอร์ของราในอากาศกับปัจจัยสภาพแวดล้อมโดยใช้การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ทางสถิติพบว่าปริมาณสปอร์ของราในอากาศกับปัจจัยสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ไม่มีความสัมพันธ์กัน ($p > 0.05$) แสดงดังตารางที่ 2 จากการศึกษาของ สุทิน [8] ได้ระบุว่าภายในห้องที่มีการระบายอากาศแบบธรรมชาติจะเกิดการเคลื่อนย้ายของอากาศจากภายนอกเข้าสู่ภายใน ทำให้ปัจจัยสภาพแวดล้อมภายในใกล้เคียงกับภายนอก ส่งผลให้ปริมาณของราไม่สัมพันธ์กับปัจจัยสภาพแวดล้อม

ตารางที่ 2 ค่าสหสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างปริมาณราในอากาศกับปัจจัยสภาพแวดล้อม

		ปัจจัยสภาพแวดล้อม		
		อุณหภูมิ	ความชื้น	ความเร็วลม
โรงเรียน A	Pearson correlation	-0.873	0.618	0.571
	p-value	0.054	0.267	0.315
โรงเรียน B	Pearson correlation	-0.709	0.677	-0.320
	p-value	0.180	0.209	0.599
โรงเรียน C	Pearson correlation	-0.341	0.174	0.129
	p-value	0.574	0.780	0.836

4. สรุปผลการวิจัย

4.1 ปริมาณสปอร์ของราเฉลี่ยที่พบในอากาศโดยวิธีการใช้เครื่องเก็บตัวอย่างจุลชีพภายในอาคารเฉลี่ยใน 1 สัปดาห์ พบว่าในโรงเรียน A, B และ C เท่ากับ 79.72, 51.73 และ 55.31 CFU/m³ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณสปอร์ของราในอากาศจำแนกตามโรงเรียนพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อแยกพิจารณาตามวันพบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 ของปริมาณสปอร์ของราในอากาศในแต่ละวัน ซึ่งแบ่งได้เป็นกลุ่ม a คือ กลุ่มวันที่มีปริมาณ

สปอร์ของราในระดับต่ำ b คือ กลุ่มวันที่มีปริมาณสปอร์ของราในระดับปานกลาง และ c คือ กลุ่มวันที่มีปริมาณสปอร์ของราในระดับสูง ส่วนปริมาณสปอร์ของราเฉลี่ยที่พบโดยวิธีการป้ายพื้นผิว (swab) เฉลี่ยใน 1 สัปดาห์ พบว่าโรงเรียน A, B และ C เท่ากับ 12.41×10^2 , 4.67×10^2 และ 2.92×10^2 CFU/m² ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณสปอร์ของราโดยวิธีการป้ายพื้นผิว (swab) ระหว่าง 3 โรงเรียน พบว่ามีความแตกต่างกัน

4.2 เมื่อเปรียบเทียบปริมาณสปอร์ของรากับเกณฑ์มาตรฐานราในอากาศของ WHO (1988) ซึ่ง

กำหนดไว้ไม่เกิน 50 CFU/m³ พบว่าร้อยละ 60 จากการสำรวจในแต่ละวันของแต่ละโรงเรียน มีปริมาณสปอร์ของราในอากาศที่เกินเกณฑ์มาตรฐาน และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณของรากับเกณฑ์มาตรฐานสปอร์ของราในอากาศของ American Conference of Governmental Industrial Hygienists Committee on Bioaerosols (1987) ที่ได้กำหนดไว้ว่าปริมาณสปอร์ของร่าภายในไม่เกินร้อยละ 80 ของปริมาณสปอร์ของร่าภายนอกอาคาร พบว่าร้อยละ 53.33 จากการสำรวจในแต่ละวันของแต่ละโรงเรียนที่เกินเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งมีความเสี่ยงและส่งผลกระทบต่อระบบระบายอากาศในห้องเรียน จึงควรดำเนินการสอบสวนและปรับปรุงคุณภาพอากาศภายในให้ดียิ่งขึ้น

4.3 การเปรียบเทียบปริมาณสปอร์ของราในอากาศภายในและภายนอกอาคารในโรงเรียน จากวิธีการใช้เครื่องเก็บตัวอย่างอากาศ พบว่า ปริมาณสปอร์ของราในอากาศทั้ง 3 โรงเรียนมีปริมาณสปอร์ของร่าภายในอาคารสูงกว่าภายนอกอาคารทั้ง 3 โรงเรียน เมื่อนำตัวอย่างอากาศมาวิเคราะห์หาสปอร์ของร่าก่อโรคในระบบทางเดินหายใจ พบว่า มีปริมาณสปอร์ของราในกลุ่ม *Aspergillus* มากที่สุด และพบปริมาณสปอร์ของราในกลุ่ม *Penicillium* น้อยที่สุดในทั้ง 3 โรงเรียน

4.4 นักเรียนที่มีอาการเฉพาะของโรคหอบหืดพบสูงสุดในโรงเรียน B คิดเป็นร้อยละ 12.7 มีเด็กนักเรียนที่มีเฉพาะอาการของโรคภูมิแพ้ พบสูงสุดในโรงเรียน A คิดเป็นร้อยละ 41.3 นอกจากนี้มีเด็กนักเรียนที่มีอาการของโรคหอบหืดร่วมกับโรคภูมิแพ้พบสูงสุดในโรงเรียน C คิดเป็นร้อยละ 61.0 และนักเรียนที่ไม่มีอาการ พบสูงสุดในโรงเรียน B คิดเป็นร้อยละ 17.8 ของนักเรียนทั้งหมด

4.5 นักเรียนที่มีอาการเฉพาะของโรคหอบหืดโดยไม่มีอาการของโรคภูมิแพ้จากสิ่งกระตุ้นและมี

อาการขณะอยู่ที่โรงเรียน ซึ่งมีปริมาณสปอร์ของร่าก่อโรคที่พบในโรงเรียนเป็นสิ่งที่กระตุ้นให้นักเรียนมีอาการของโรคหอบหืด โดยในโรงเรียน A, B และ C คิดเป็นร้อยละ 1.8, 1.9 และ 1.1 ตามลำดับ ในภาพรวมปริมาณสปอร์ของร่าก่อโรคหอบหืดโดยเฉลี่ยใน 1 สัปดาห์ ของโรงเรียน A, B และ C มีปริมาณเฉลี่ย 8.11, 7.28 และ 7.03 CFU/m³ ตามลำดับ

5. ข้อเสนอแนะงานวิจัย

5.1 เนื่องจากข้อจำกัดของเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง การเก็บตัวอย่างด้วยวิธีการใช้เครื่องเก็บตัวอย่างจุลชีพมีจุดเก็บตัวอย่าง 1 จุด ต่อ 1 ห้องเรียน ส่วนการเก็บตัวอย่างด้วยวิธีการป้ายพื้นผิว (swab) มีจุดเก็บตัวอย่าง 3 จุดต่อ 1 ห้องเรียน จุดเก็บตัวอย่างในการศึกษานี้ยังน้อย ดังนั้นควรมีการเพิ่มจุดเก็บตัวอย่างเพื่อให้ผลที่ออกมามีค่าที่ชัดเจน แม่นยำมากขึ้น เช่น ตามจุดต่าง ๆ ของห้องทั้ง 4 ด้าน

5.2 ควรมีการศึกษาจุลินทรีย์ที่หลากหลายชนิด นอกเหนือจาก *Aspergillus*, *Cladosporium* และ *Penicillium* เช่น รา แบคทีเรีย จุลินทรีย์อื่น ๆ อาจก่อให้เกิดโรคในเด็กนักเรียนได้ และการเก็บตัวอย่างโดยวิธีการใช้เครื่องเก็บตัวอย่างจุลชีพควรศึกษาความแตกต่างของอัตราการไหลของอากาศที่ 30, 100 และ 200 ลิตร ว่ามีความแตกต่างกันมากหรือไม่ และเนื่องจากอาการของโรคหอบหืดซึ่งสามารถเกิดขึ้นได้จากหลายปัจจัย ไม่เพียงแต่เราที่เป็นตัวก่อโรคเท่านั้น อาจมีสิ่งกระตุ้นอื่น ๆ ที่ปะปนอยู่ในอากาศ จึงควรมีการตรวจวัดค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ คาร์บอนมอนอกไซด์ ไนโตรเจน หรืออัตราการระบายอากาศ ซึ่งอาจส่งผลต่อการเกิดโรคได้

5.3 จากผลการทดลองได้ใช้อาหารเลี้ยงเชื้อตามมาตรฐานของ National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) – NIOSH

Method 0800 เป็นวิธีสำหรับเก็บตัวอย่างอากาศเพื่อวิเคราะห์ราในสิ่งแวดล้อมภายในอาคาร ผลที่ออกมา นำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานเพื่อใช้ในการอ้างอิงได้ อาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้เก็บตัวอย่างในงานวิจัยครั้งนี้ คือ malt extract agar (MEA) ซึ่งเป็นชนิดสำเร็จรูปสำหรับรา แต่แบคทีเรียยังคงขึ้นบนอาหารเลี้ยงเชื้อสำหรับรานี้ ทำให้ยากต่อการนับจำนวนโคโลนีของรา ดังนั้นจึงควรใส่สารเคมีเพื่อระงับการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่ขึ้นบนอาหารเลี้ยงรา

5.4 การวิจัยในครั้งนี้เพื่อศึกษาจุลินทรีย์ที่เป็นเชื้อฉวยโอกาส ซึ่งอาจก่อให้เกิดโรคกับคนที่มีภูมิคุ้มกันต่ำ ดังนั้นควรมีการประเมินสภาวะสุขภาพของผู้ที่เกี่ยวข้องที่ต้องมีการสัมผัส การดูแลใกล้ชิดกับนักเรียนที่มีโอกาสเสี่ยงต่อโรคระบบทางเดินหายใจ โดยเพิ่มกลุ่มเป้าหมายเป็นคุณครู บุคลากรที่อยู่ภายในโรงเรียน ฯลฯ และควรมีการรณรงค์เรื่องการรักษาความสะอาดอย่างเคร่งครัดโดยการใช้สื่อบริการประชาสัมพันธ์ ได้แก่ แผ่นพับ ป้ายประชาสัมพันธ์ในโรงเรียน เป็นต้น

6. การนำวิจัยไปใช้ประโยชน์

เด็กที่มีอาการของโรคหอบหืด ซึ่งมีราก่อโรคเป็นสิ่งกระตุ้นคิดเป็นร้อยละ 1.6 ของนักเรียนทั้งหมด โดยในเด็กที่มีอาการจะมีผลกระทบต่ออารมณ์ จิตใจ การเรียน และการดำรงชีวิตประจำวันได้มาก อาจต้องขาดเรียนบ่อยครั้ง ทำให้เด็กกลัวการไปโรงเรียน ส่งผลให้เด็กเรียนไม่ทันเพื่อน ๆ อาจถูกห้ามเล่นกีฬาหรือดกกิจกรรมการเล่นบางอย่าง อาจทำให้ขาดความมั่นใจในตนเอง [9] จึงเป็นแนวทางในการปรับปรุงลักษณะภายในห้องเรียน เช่น การทำความสะอาดเพิ่มมากขึ้น การควบคุมระบบระบายอากาศภายในห้องเรียน ซึ่งจะส่งผลในการลดต่อปริมาณราที่กระตุ้นต่ออาการของโรคระบบทางเดินหายใจในนักเรียน

7. รายการอ้างอิง

- [1] วันทนีย์ พันธุ์ประสิทธิ์, 2540, มารู้อีกคุณภาพอากาศในอาคารกันเถอ, ว.ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม 7(1): 57-60.
- [2] Bartlett, K., Kennedy, S.M., Brauer, M., van Netten, C. and Dill, B., 2004. Evaluation and a predictive model of airborne fungal concentrations in school classrooms, Ann. Occup. Hyg. 48: 547-554.
- [3] ัณวดี ศรีธาวีรัตน์, จุลินทรีย์ในอากาศ, แหล่งที่มา: <http://www.scince.psu.ac.th>, 25 เมษายน 2558.
- [4] สุวพันธ์ นิลายน, 2543, อดุณิยมหาวิทยาลัย, พิมพ์ครั้งที่ 4, โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- [5] สุตจิต คุรุจิต, นเรศ เชื้อสุวรรณ, ธัญชัย วรรณสุข และราชัน อีระพิทยตระกูล, 2556, ระบบเฝ้าระวังฝุ่นละอองและคุณภาพอากาศแบบบูรณาการระยะที่ 2, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา.
- [6] Meklin, T., Potus, T., Pekkanen, J., Hyvarinen, A., Hirvonen, M.R. and Nevalainen, A., 2005 Effects of moisture-damage repairs on microbial exposure and symptoms in schoolchildren, Indoor Air 15(10): 40-47.
- [7] Reponen, T., Lockey, J., Bernstein, D.I., Vesper, S.J., Levin, L., Hershey, G.K.K. et al., 2012, Infant origins of childhood asthma associated with specific molds, J. Allergy Clin. Immunol. 130: 639-44.

-
- [8] สุทิน อยู่สุข, 2553, การระบายอากาศ, หน่วยที่ 14, ใน เอกสารการสอนชุดวิชาสุขศาสตร์อุตสาหกรรมพื้นฐาน นนทบุรี สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.
- [9] ไพศาล เลิศฤดีพร, 2007, ความรู้เรื่องโรคหอบหืดในเด็ก, หน่วยโรคระบบหายใจ ภาควิชาเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพฯ.