

เชื่อที่มากับมลพิษในอาคาร: รา

รองศาสตราจารย์ แม่หนังสือ วุฒิชูคมเลิศ

ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

ความเปลี่ยนแปลงของความเป็นอยู่ อาชีพและสังคม ทำให้คนต้องใช้เวลาอยู่ในอาคารสิ่งก่อสร้างมากขึ้น มลพิษของอากาศ ที่นอกจากจะมาจากสิ่งแวดล้อมแล้ว จึงยังพบได้ในอาคารที่เราใช้ชีวิตประจำวันเช่นที่อยู่อาศัย สำนักงาน เป็นต้น องค์การอนามัยโลกได้เคยประเมินว่า อาคารต่างๆ ถึงร้อยละ 30 ไม่ถูกสุขลักษณะ คุณภาพอากาศในอาคาร (indoor air quality) จึงมีความสำคัญมากขึ้นตามลำดับต่อความเป็นอยู่ของสิ่งมีชีวิต เนื่องจากมลพิษที่ก่อตัวในอาคารนั้นเราหลีกเลี่ยงได้ยาก จึงอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพ ความเจ็บป่วยทางกายภาพและการบั่นทอนจิตใจ ทั้งทางตรงและทางอ้อม ทำให้ลดประสิทธิภาพในการทำงานลงได้ถึงร้อยละ 20 มีรายงานในประเทศสหรัฐอเมริกาถึงผลกระทบทางเศรษฐกิจจากการลดประสิทธิภาพ-การลาป่วย-ค่ายาและการรับการรักษาถึง 4.7 ถึง 5.4 ล้านล้านเหรียญ หน่วยงานของสหรัฐอเมริกา (USEPA-U.S. Environmental Protection Agency) ได้จัดผลกระทบทางสุขภาพเนื่องจากมลพิษในอาคาร เป็นอาการ-ความผิดปกติ เช่น ระบายเคือง ไอ จาม ไหวต่อกลิ่นเมื่ออยู่ในห้องหนึ่งๆหรือในทั้งอาคาร และจะทุเลาเมื่อพ้นห้องหรืออาคารนั้นๆ คือ sick building syndrome (SBS) และอีกประเภทคือมีการเจ็บป่วยที่มีการทางคลินิกและมักตรวจพบต้นเหตุได้ จัดเป็น Building related illness (BRI) ตัวอย่างเช่น การติดเชื้อแบคทีเรีย *Legionella pneumophila* ที่ตรวจพบได้จากน้ำจากระบบปรับอากาศ เป็นต้น อนุภาคที่เป็นมลพิษในอาคารมีหลายขนาดและหลายรูปร่าง ซึ่งปริมาณและคุณสมบัติทางเคมีแตกต่างกันไป

สำหรับอนุภาคที่แขวนลอยที่ขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร ได้แก่

- อนุภาคจุลชีพชนิดต่างๆ เช่นแบคทีเรีย ไวรัส รา สปอร์ ละอองเกสร ชีวส่วน สะเก็ด หรือรังแค จากสัตว์
- อนุภาคจากการเผาไหม้ เช่น คาร์บอนหริ้ คาร์บอนไฟ-คาร์บอนจากการหุงต้ม เครื่องทำความร้อน หรือการเผาธูป เทียน
- อนุภาคจากแร่ธาตุ เช่น ละอองจากเยื่อหินทนไฟ, สิ่งทอที่ทำด้วยเยื่อหิน หรือจากการสังเคราะห์
- อนุภาคกัมมันตรังสี เช่น radon

เชื้อจุลินทรีย์เหล่านี้นอกจากจะเจริญเติบโตได้ตามธรรมชาติเนื่องจากความชื้นแล้วยังเจริญเติบโตได้ดีจากแหล่งอาหารที่มีมากขึ้นจากอาคารที่ไม่ถูกสุขลักษณะ อนุภาคเหล่านี้ก่ออันตรายต่อสุขภาพสิ่งมีชีวิตในรูปแบบต่างๆ ก่อทำให้ระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจ ระคายเคืองในช่องจมูก ตา ส่วนสารที่เป็นมลพิษในอาคาร เช่น ฝุ่นผงจากเส้นใยแก้วหรือไฟเบอร์กลาส ทำให้เกิดความระคายและคันต่อผิวหนัง ตา

และทางเดินหายใจ แผ่นหรือเส้นแร่ใยหิน (asbestos) จะเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งปอดชนิดต่างๆ องค์กรในสหรัฐอเมริกา เช่น The US Environmental Protection Agency (EPA) National Toxicology Program (NTP) และ The International Agency for Research on Cancer (IARC) ได้จัดประเภทสารก่อมะเร็งต่างๆ จากมลภาวะ ซึ่งจาก Agents Classified by the IARC Monographs, Volumes 1–105 ในปีนี้ (พ.ศ. 2555) ได้จัดให้แร่ใยหินทุกประเภทและสารแร่ที่มีใยหินเป็นส่วนประกอบ จัดเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ (carcinogenic to humans)

สำหรับจุลชีพ นอกจากตัวเซลล์โดยตรงคือ แบคทีเรีย รา ไวรัส และปรสิตแล้ว (ตารางที่ 1) ยังมีสิ่งที่มีมาจากจุลชีพ และสารที่มีชีวิตหรือสารทางชีวภาพ เช่น รังแค สะเก็ด หรือสารพิษที่ราและแบคทีเรียเหล่านั้นสร้างขึ้น

ตารางที่ 1 จุลชีพ/สารทางชีวภาพที่เกี่ยวข้องกับมลพิษในอาคาร*

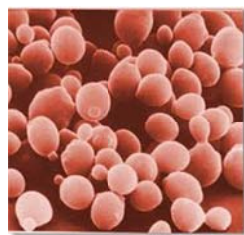
แหล่ง	ชนิด (genus species)
ไร	<i>Dermatophagoides pteronyssinus</i> , <i>D. farina</i> , <i>Euroglyphus maynei</i> , <i>Hirstia domicola</i> , <i>Lepidoglyphus destructor</i> , <i>Malayoglyphus intermedius</i> , <i>M. carmelitus</i> , <i>Sturnophagoides brasiliensis</i>
แบคทีเรีย	<i>Staphylococcus epidermidis</i> , <i>Micrococcus</i> , <i>Flavobacterium</i>
แบคทีเรียก่อโรค	<i>Legionella pneumophila</i> , <i>Mycobacterium tuberculosis</i> , <i>Corynebacterium diphtheriae</i>
แบคทีเรียที่สร้างสารพิษ	แบคทีเรียกลุ่มแกรมลบ, blue-green algae
รา	<i>Alternaria alternata</i> , <i>Aspergillus fumigatus</i> , <i>Cladosporium alternarium</i>
ราที่สร้างสารพิษ	<i>Stachybotrys atra</i> , toxigenic <i>Aspergillus</i> , <i>Penicillium aurantiogriseum</i> , <i>Fusarium</i> spp.
ราก่อโรค	<i>Aspergillus fumigatus</i> , <i>Histoplasma</i> , <i>Cryptococcus</i>

*ที่มา : Jones 1999, และข้อมูลจาก Indoor Air Quality Management Group (IAQMG), Hong Kong, 2003.

มลพิษจากราที่พบได้ในอาคาร สิ่งที่ต้องพิจารณา คือ รานั้นๆ มาจากไหน ตำแหน่งที่พบราได้ในอาคาร สิ่งที่จะช่วยให้รานั้นๆ เจริญได้ ราที่พบมีชนิดใดบ้าง ราทุกชนิดเป็นอันตรายหรือไม่ มีสารพิษจากราที่เกี่ยวข้องนี้หรือไม่ในอาคาร

ราที่พบได้ในอาคารมาจากไหน และเราสามารถเจริญได้อย่างไร: เนื่องจากราเป็นจุลินทรีย์ที่มีโครงสร้างหลายลักษณะ เช่น สปอร์ชนิดต่างๆ เส้นใยที่ต่างขนาด สีสรร หรือถ้าแบ่งราตามรูปร่าง จะเป็นแบบเซลล์เดี่ยวหรือยีสต์ และที่เป็นเส้นสายที่พบได้ทั่วไปในชีวิตประจำวัน (รูปที่ 1) เช่น ราที่ขึ้นอยตามของเน่าเสียตามธรรมชาติเช่น ไข่ไม้ กิ่งไม้ ในดิน ในน้ำ สปอร์ของรา สามารถปลิวได้ในอากาศ เมื่อไปตกที่ใด มีความชื้นไม่มากนัก ก็งอกงามเจริญได้ ดังนั้นในอากาศในอาคารจึงมีสปอร์ของราอยู่มากน้อยต่างกันตามวัสดุที่ใช้ และตามสภาวะแวดล้อม ณ จุดนั้นๆ ราที่พบจากพื้นโล่งและแห้งจะน้อยกว่าที่พบจากบริเวณที่มีความชื้น เช่น ภายในตึก ในอาคารที่มีความชื้น โดยพบราได้ ที่เบาะนั่ง โซฟาที่สกปรก วัสดุแต่งบ้านบางชนิด ฝ้าผนัง โดยเฉพาะฝ้าผนังที่มีรูพรุน ขอบประตู หน้าต่าง พรอมปูพื้นที่มีความเปียกชื้นจากน้ำที่รั่วซึมอยู่ ห้องเก็บของที่มีสิ่งของที่ราใช้ในการเจริญได้และปิดห้องไว้เป็นเวลานานไม่ได้ทำความสะอาด หรือราในห้องน้ำซึ่งมองเห็นการเจริญของราได้อย่างชัดเจน ตามซอกรอยต่อที่เก็บความชื้น ม่านในห้องน้ำ ความชื้นจากน้ำจากท่อระบายและที่หมักหมมที่แผ่นกรองของเครื่องปรับอากาศ ซึ่งเป็นแหล่งให้รามีชีวิตอยู่ได้ดี และแพร่กระจายต่อไปได้ ดังเช่นที่พบว่า ราในอากาศของอาคารที่มีน้ำรั่วซึม ไม่ได้แก้ไขดูแล และอาคารที่ถูกน้ำท่วม จะมีปริมาณราสูงกว่าที่พบตามอาคารปรกติมาก

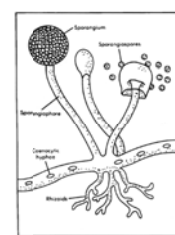
ปัจจัยสำคัญที่ราต้องการใช้ในปฏิกิริยาเคมีเพื่อการเติบโต คือน้ำ โดยปริมาณน้ำที่ต่ำที่สุดที่ต้องการหรือ water activity (a_w) ของราแต่ละชนิดจะต่างกัน คือ ที่ต้องการความชื้นมาก a_w มากกว่า 0.90 ได้แก่ *Alternaria alternate*, *Aspergillus fumigatus*, *Epicoccum* spp., *Stachybotrys chartarum* รองลงมา คือ a_w 0.80 - 0.90 ได้แก่ *Aspergillus flavus*, *Cladospirium herbarum* ที่ต้องการน้อยคือ a_w น้อยกว่า 0.80 ได้แก่ราหลายสปีชีส์ของ *Aspergillus* และ *Penicillium* และยังรวมถึง *Wollemia sebi* ที่สามารถเติบโตในอาหารที่ประกอบด้วยน้ำตาลปริมาณสูง และสภาวะแวดล้อมทางการเกษตร ที่เชื่อว่าราชนิดนี้ มีความสัมพันธ์กับโรคปอดในเกษตรกร



1.1



1.2



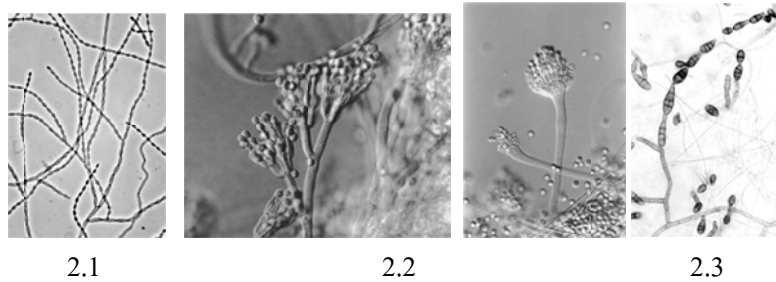
1.3

รูปที่ 1 ลักษณะต่างๆ ของรา

(1.1) ราเซลล์เดี่ยว-ยีสต์

(1.2) ราเส้นใย

(1.3) โครงสร้างต่างๆของราเส้นใย



รูปที่ 2 2.1 *Cladosporium* 2.2 *Penicillium* 2.3 *Aspergillus* 2.4 *Alternaria*

ที่มา: Pathogenic Fungi in Humans and Animals, Howard DH. CRC Press., 2002.

เมื่อราที่มาจากสภาวะแวดล้อมข้างนอก เข้ามาในอาคารจากอากาศที่พัดพา จากที่ติดตามร่างกายคนและสัตว์หรือสิ่งของที่นำเข้ามา เช่น ต้นไม้ ดินที่เลี้ยงต้นไม้ อาหาร วัสดุต่างๆ เมื่อพบกับสิ่งที่ช่วยสนับสนุนให้เจริญได้ ราชนิดที่ปรับตัวให้เจริญเติบโตได้ดีกว่าชนิดอื่นๆ หรือที่ทนอยู่ในที่แห้งแล้งได้ดี จึงพบได้มาก โดยชนิดและปริมาณของราที่ตรวจพบ จะต่างออกไปตามช่วงเวลาและฤดูกาลจากอิทธิพลของภูมิอากาศโลก สำหรับในอาคาร ราชนิดที่พบจะคล้ายคลึงกัน ได้แก่ สปีชีส์ต่างๆ ของ *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cephalosporium*, *Curvularia*, *Epicoccum*, *Fusarium*, *Helminthosporium*, *Hormodendrum*, *Mucor*, *Penicillium*, *Phoma*, *Pullularia*, *Rhizopus* และ *Stemphylium*

สิ่งที่ราที่ปล่อยลอยในอากาศ มีทั้งในรูปของสปอร์ ชิ้นส่วน (fragment) เช่น กลุ่มเส้นใยหรือโครงสร้างอื่น และสารที่ราสร้างขึ้นหลายชนิดจัดเป็นสารอินทรีย์ระเหยเร็วจากจุลินทรีย์ (microbial volatile organic compounds หรือ mVOCs) ที่ทำให้เกิดกลิ่นเฉพาะของราอีกด้วย ดังนั้น กลิ่นจากรา (moldy odor หรือ musty smell) ช่วยบ่งว่า มีราเจริญอยู่ที่ใดที่หนึ่งที่ต้องกำจัดออก พบว่าในหลายคนนั้นกลิ่นจากราในอาคารก่อให้เกิดอาการปวด-เวียนศีรษะ ระคาย-คัดจมูกและคลื่นไส้ อย่างไรก็ตามยังไม่มียารักษาถึงผลกระทบจากกลิ่นราในอาคารต่อสุขภาพมนุษย์โดยตรง

ราเป็นสิ่งมีชีวิต เช่นเดียวกับจุลชีพอื่นๆ คือมีทั้งที่อยู่เป็นอิสระในธรรมชาติทั่วไป ในขณะที่รบบางชนิด สามารถนำมาใช้เป็นประโยชน์ได้ บางชนิดก่อโรคได้ต่อคน สัตว์ และพืช ซึ่งการก่อโรคจากราอาจจำแนกได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ คือ

- การก่อภูมิไวเกินจากตัวของราเองที่เป็นสิ่งแปลกปลอมหรือสิ่งที่ราสร้างขึ้น
- การก่อโรค/อาการจากสารพิษที่ราสร้าง ที่คนได้รับจากการปนเปื้อนกับอาหาร การสัมผัส หรือการสูดหายใจเข้าไป
- การก่อโรคจากราโดยตรง

การประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคารจากสหราชอาณาจักร ในพ.ศ. 2539 โดย Institute for Environment and Health (IEH) ถึงความสัมพันธ์ของราชนิดต่างๆและอาการเจ็บป่วยในมนุษย์ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 อาการ/โรคที่สัมพันธ์กับการได้รับราและแบคทีเรีย

โรค/อาการ	รา
จมูกอักเสบ และการอักเสบระบบทางเดินหายใจส่วนบน	<i>Alternaria, Cladosporium, Epicoccum</i>
หอบหืด	<i>Aspergilla, penicillia, Alternaria, Cladosporium, Stachybotrys</i>
ปอดอักเสบหลังสูดดมผงฝุ่นอินทรีย์	<i>Cladosporium, Stachybotrys, Aureobasidium, Acremonium, Rhodotorula, Trichosporon, Penicillium</i>
ผื่นภูมิไวเกิน	<i>Alternaria, Aspergillus, Cladosporium</i>
ปอดอักเสบจากการแพ้แบบเฉียบพลัน	<i>Trichoderma viride</i>

ที่มา : Jones 1999, Enríquez-Matas A, 2009

เชื้อรา เช่น *penicillium* และ *aspergillus* เมื่อคนทั่วไปสัมผัสจะยังมีสุขภาพแข็งแรงเป็นปกติได้ เนื่องจากมีภูมิคุ้มกันที่พัฒนาขึ้นมา ราที่พบในอาคารตามลักษณะเช่นนี้ จึงเป็นราที่พบในธรรมชาติทั่วไปโดยไม่ก่ออันตราย แต่สำหรับบางคนจะชักนำให้เกิดอาการหรือภาวะภูมิไวเกิน ที่เรียกว่าภูมิแพ้ หรือในผู้ป่วยอาจทำให้ การหอบ หืด ไอ หายใจมีเสียงหวีด มีอาการเรื้อรัง

ราที่กล่าวข้างต้นและราอื่นๆ หลายชนิดจากอากาศ สามารถก่อโรคได้ในคนที่สภาวะภูมิคุ้มกันต่ำลงกว่าปกติ เช่น มีโรคเรื้อรัง มีภาวะทุพโภชนาการหรือกินยากดภูมิคุ้มกัน เป็นการก่อโรคแบบราฉวยโอกาส (opportunistic infection) ในขณะที่ผู้นั้นมีภูมิคุ้มกันบกพร่อง ทำให้ราที่ไม่เป็นอันตรายต่อคนทั่วไป จึงก่อให้เกิดอาการที่รุนแรงจนถึงแก่ชีวิตได้ โดยตัวอย่างที่ชัดเจนจะเห็นได้จากผู้ป่วยที่ติดเชื้อไวรัส HIV

ที่อินเดีย Bhattacharya ในปี 2001 ได้ทำการรวบรวมราชชนิดต่างๆ จากสิ่งแวดล้อมในระยะ 2 ปี ราชนิดที่พบบ่อยคือ *Aspergillus, Curvularia* และ *Cladosporium* ที่มีจำนวนต่างกันตามฤดูกาล และตรวจพบได้มากเช่นกันจากในอาคาร เมื่อนำรามาสกัดและนำมาใช้ตรวจปฏิกิริยาภูมิไวเกินจากผู้ป่วย พบผลบวกจากผู้ป่วยในระดับสูง ซึ่งทำให้สรุปได้ถึงถึงความสำคัญต่ออาการทางคลินิกจากผู้ป่วยเหล่านั้น เนื่องจากสามารถสกัดสารก่อภูมิไวเกินได้หลายชนิดต่างๆ กันจากสปอร์ของราที่มีจำนวนมากในอาคาร อย่างไรก็ตาม แม้ว่า จะพบว่า มีสปอร์ของราจำนวนมาก แต่อาการภูมิไวเกินกรณีนี้ จะเกิดได้เฉพาะผู้ที่มีภาวะภูมิไวเกินเท่านั้น และการอักเสบจากภูมิไวเกิน จะทำให้ผู้ป่วยหอบหืดยังมีอาการที่รุนแรงขึ้น

การศึกษาวิจัยที่ฟินแลนด์ โดย Karvala และคณะในปี 2008 ได้สรุปว่า ความชื้นจากอาคารในที่ทำงาน ที่สภาวะแวดล้อมที่มีราเจริญอยู่ (moldy environment) สามารถชักนำอาการจมูกอักเสบได้

ประเด็นที่เป็นที่สนใจและทำการศึกษากันมาก คือ ในอากาศที่มีกลิ่นของรา ความเข้มข้นที่สูงมาก หรือในที่ที่ได้ทำการตรวจนับราแล้วว่ามีจำนวนสูงมาก (โดยใช้ CFU/mL เป็นหน่วยของการนับจำนวน) มีความสัมพันธ์กับอาการเจ็บป่วย หรือภูมิไวเกินหรือไม่ ผลการศึกษา เช่น จากสวีเดนโดย Soeria-Atmadja (2010) และจากอินเดีย โดย Bhattacharya (2001) พบว่า จำนวนความหนาแน่นของสปอร์ในอากาศไม่สัมพันธ์กับความมาก-น้อยของการที่มีกลิ่น ความอับจากรา รวมถึงการหอบหืด นั่นคือเมื่อพบสปอร์จากอากาศที่จำนวนสูงๆ ไม่ได้แสดงถึงว่า จะต้องมีกลิ่นจากการเติบโตของราที่แรงกว่า หรือต้องพบผู้ป่วยที่มีอาการหอบรุนแรงกว่าเมื่อพบสปอร์ในจำนวนต่ำกว่า อย่างไรก็ตาม สำหรับผู้ป่วยที่เป็นหอบหืด มีภูมิไวเกินจากรา ต้องคำนึงถึงว่า สารจากรา ซึ่งชักนำให้เกิดอาการดังกล่าว เป็นส่วนประกอบอย่างใดอย่างหนึ่งจากเซลล์ของราเอง รวมทั้งสารที่ราสร้างขึ้น สารต่างๆ นี้ไม่ได้พบอย่างเจาะจงเฉพาะในราชนิดใดชนิดหนึ่ง ผู้ป่วยจึงมีภาวะภูมิไวเกินต่อรามากกว่าหนึ่งชนิดได้ เช่น สารสกัดจากรา *Phoma* มีสมบัติในการชักนำให้เกิดอาการภูมิไวเกินเช่นเดียวกับสารจากรา *Alternaria* หรือผู้ป่วยไซนัสอักเสบจากภูมิไวเกินต่อรา (Allergic fungal sinusitis-AFS) ชนิด *aspergillus* สามารถถูกกระตุ้นอาการจากราอื่น เช่น *Bipolaris*, *Curvularia*, *Alternaria*, *Exserohilum*, *Helminthosporium* และ *Rhizopus* ได้เช่นกัน เป็นต้น ซึ่งภาวะภูมิไวเกินต่อราเช่นนี้อาจเกิดได้ซ้ำและทำให้เกิดการติดเชื้อแบคทีเรียซ้ำซ้อนขึ้นมาได้

เมื่อเห็นว่ามีราขึ้นที่ใดก็ตาม หรือได้กลิ่นรา หรือมีอาการที่แสดงถึงภาวะภูมิไวเกินที่น่าสงสัย จึงควรควบคุมให้จำนวนรามีได้น้อยที่สุดเท่าที่ทำได้ในอาคารที่อยู่อาศัย จากการกำจัดต้นเหตุที่มา โดยย้ายสิ่งของที่ขึ้นรา ที่เปียกชื้นออกหรือทิ้งไป ส่วนที่เคลื่อนย้ายไม่ได้ แต่อยู่ในข่ายทำความสะอาดได้ ด้วยน้ำและน้ำยาทำความสะอาด สบู่ผงซักฟอก หรือน้ำยาฟอกขาวที่ต้องอ่านคู่มือก่อนทำให้มีความเข้มข้นที่ถูกต้อง ที่ใดเปียกชื้น ต้องทำให้แห้งและซ่อมแซม/กำจัดที่มาของความชื้น และควรให้มีอากาศถ่ายเทได้ดี ในกรณีที่เกิดกลิ่นกำลัง เช่น ในอาคารที่ผ่านน้ำท่วมและมีราขึ้นมากมาย ควรให้ผู้มีอาชีพและเครื่องมือ น้ำยาที่เหมาะสมในการกำจัด

เอกสารอ้างอิง

1. Bhattacharya K, Raha S, Majumdar RM. Measuring indoor fungal contaminants in Rural West Bengal, India, with reference to allergy symptoms. *Indoor Built Environ.* 2001; 10:40-47.
2. Cramer R, Zeller S, Glaser AG, Vilhelmsson M, Rhyner C. Cross-reactivity among fungal allergens: a clinically relevant phenomenon?. *Mycoses.* 2009;52(2):99-106.
3. Enríquez-Matas A, Quirce S, Cubero N, Sastre J, Melchor R. Hypersensitivity Pneumonitis Caused by *Trichoderma viride*. *Arch Bronchoneumol.* 2009; 45(6):304-305.
4. Fairs A, Agbetile J, Hargadon B, Bourne M, Monteiro WR, Brightling CE, et al. IgE sensitization to *Aspergillus fumigatus* is associated with reduced lung function in asthma. *Am J Respir Crit Care Med.* 2010;182(11):1362-8.
5. Institute for Environment and Health. IEH assessment on indoor air quality in the home. Institute for environment and Health, Leicester, UK. 1996.
6. Karvala K, Nordman H, Luukkonen R, et al. Occupational rhinitis in damp and moldy workplaces. *Am J Rhinol.* 2008;22(5):457-62.
7. U.S. Environmental Protection Agency. Building Air Quality, A guide for building owners and Facility managers. U.S. Government printing Office, Washington, DC 20402-9328, 1991.
8. Zeng QY, Westermark SO, Rasmunson-Lestander A, Wang XR. Detection and quantification of *Wallemia sebi* in aerosols by real-time PCR, conventional PCR, and cultivation. *Appl. Environ. Microbiol.* 2004; 70:7295–7302.