

โรคจากมลพิษในอาคาร : Stachybotrys (ตอนที่ 2)

รองศาสตราจารย์ แม้นสรวง วุฒิอุดมเลิศ

ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

คุณภาพอากาศในอาคาร (indoor air quality) มีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตและผู้อยู่อาศัยในอาคารนั้นๆ เนื่องมาจากเกิดการปนเปื้อนสารเคมี ฝุ่นละออง อนุภาคต่างๆ นอกจากนี้ ยังมีอนุภาคแขวนลอยทางชีวภาพ (bioaerosols) ได้แก่จุลินทรีย์ เช่น แบคทีเรีย รา ไวรัส และปรสิต เช่น ไร หมัด รวมถึงสารทางชีวภาพที่มาจากสิ่งมีชีวิต เช่น รังแค สะเก็ด จากคนและสัตว์เลี้ยงที่จัดเป็นสารก่อภูมิแพ้ (allergens) ซึ่งสารพิษที่สร้างจากสิ่งชีวภาพเหล่านี้มีปริมาณและจำนวนของการปนเปื้อนขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อม เช่น ลักษณะอากาศตามฤดูกาล ความชื้นที่มาจากธรรมชาติ ระบบน้ำในอาคาร การถ่ายเทอากาศ ความสะอาดของเครื่องมืออุปกรณ์ เฟอร์นิเจอร์และของตกแต่ง เป็นต้น

สิ่งปนเปื้อนทางชีวภาพดังกล่าวข้างต้น เชื้อราจะเป็นปัญหามากเพราะเจริญเติบโตได้ง่าย ที่พบทั่วไปได้แก่ สายพันธุ์ต่างๆของ Cladosporium, Aspergillus, Penicillium และมีราอีกชนิดหนึ่งที่มีการกล่าวถึงอย่างมากที่สหรัฐอเมริกา หลังภัยธรรมชาติที่รุนแรงและมีการสูญเสียมากมายในปี 2548 จากพายุเฮอริเคนแคทธารีนา คือ รา *Stachybotrys chartarum* (*S. chartarum*) ซึ่งมีการศึกษาสายพันธุ์ต่างๆของราชนิดนี้อย่างกว้างขวาง

S. chartarum และ toxic black mold

S. chartarum เป็นราที่เป็นเส้นใย (filamentous fungi - เป็น multicellular fungi) ที่มีสีเขียว เข้มเกือบดำ จึงจัดอยู่ในกลุ่ม black mold เช่นเดียวกับราสีเข้มอื่นๆ จากธรรมชาติ รวมถึงราชนิดอื่นที่แยกได้จากในอาคาร มีความสามารถในการสร้างสารพิษ และยังพบว่ารา *S. chartarum* อาจมีความสัมพันธ์กับการก่อโรค จึงเป็นที่มาของชื่อที่เรียกว่า toxic black mold หรือราดำที่มีพิษ

ราที่เพาะได้จากอากาศในอาคารที่เสียหายจากน้ำ เช่น อาคารหลังน้ำท่วมหรือมีการรั่วซึมของระบบน้ำในอาคาร และไม่ได้ได้รับการซ่อมแซมที่ถูกต้อง และราที่เพาะแยกได้จากอาคารบ้านเรือน ที่มีผู้ป่วยจากกลุ่มอาการ sick building syndromes (SBS) มาตรวจสอบการสร้างสารพิษ พบว่าราเหล่านั้น มีความสามารถในการสร้างสารพิษหลายชนิด เช่น สารพิษอะฟลาท็อกซิน (aflatoxin) และสารพิษอื่นๆ ได้แก่ fumiclavines, fumigatoxin, fumigillin, Sterigmatocystin, versicolorin, averufin, Citrinin, penicillic acid, PR-toxin, roquefortin C, Citeroviridin, citrinin, Gliotoxin, T-2 toxin, trichodermin, trichodermol, viridiol, Roridin E, satratoxin H, sporidesmin G, trichoverrins, verrucarol และ macrocytic trichothecene เป็นต้น

สภาวะภูมิอากาศโดยทั่วไปของไทย เป็นอากาศที่ร้อนและชื้น ทำให้ราเติบโตและสร้างสารพิษได้ โดยมีปัจจัยอื่นสนับสนุน ดังนั้น เพื่อดูความเสี่ยงของผู้อยู่อาศัยต่อการรับเชื้อ (risk of exposure) ได้มีการ

ทดลองเพาะรา *S. chartarum* บนวัสดุชนิดต่างๆที่ใช้ในการก่อสร้าง ที่อยู่ภายใต้สภาวะที่มีความชื้นและ/หรือ ภาวะที่เปียกน้ำ (wetting) ที่ต่างกัน ผลที่ได้แสดงว่า ราจะมีการเติบโตจนมองเห็นได้ ต้องมีทั้งความชื้นและมีภาวะการเปียกน้ำ และพบว่าภายหลังจากภาวะที่เปียกน้ำ จะมีราเติบโตให้เห็นทุกครั้งเมื่อใช้วัสดุก่อสร้าง ที่มีรูพรุน ดังนั้น จึงเป็นเหตุผลที่ทำให้ไม่จึงพบราชนิด *S. chartarum* ได้มากในอาคารหลังจากการเกิดน้ำท่วม

พบรา *S. chartarum* ได้จากที่ใดบ้าง

คุณสมบัติอย่างหนึ่งของ *S. chartarum* คือมีการสร้างเอนไซม์ที่สามารถย่อยสลายเซลลูโลสได้ดี ที่ทำให้เชื้อเจริญได้บนวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้าง บนพืชผัก ในธรรมชาติ ที่มีเซลลูโลสเป็นส่วนประกอบ

ในประเทศไทยมีการศึกษาราคาจากธรรมชาติ และพบสายพันธุ์ต่างๆของ *stachybotrys* จากดิน จากพืชประเภทไม้และปาล์ม ผลผลิตเกษตร เศษซากพืช อาหาร หรือวัตถุ เช่น กระดาษ หรือแผ่นบอร์ดที่ผลิตจากวัตถุดิบต่างกัน และนำมาใช้ก่อสร้าง-ตกแต่งอาคาร จากผลการวิจัยของ Norback ในปี 2554 โดยนำฝุ่นที่กรอบประตูห้องของโรงแรม 69 แห่งจาก 20 ประเทศทั้งในยุโรปและเอเชียรวมทั้งประเทศไทย พบว่ามีสายพันธุ์ต่างๆ ของรา *Aspergillus*, *Penicillium* รวมถึง *S. chartarum* เช่นกัน

สำหรับรา *S. chartarum* ตามอาคารที่เสียหายจากเหตุการณ์น้ำท่วม จะพบเชื้อได้ทั่วไปและมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า (รูปที่ 1) ในบรรยากาศเช่นนี้ มีการตรวจพบอนุภาคต่างๆ สารระเหยง่าย เชื้อโรค เชื้อราชนิดต่างๆ และสารพิษ



รูปที่ 1 ห้องที่เกิดความเสียหาย-หลังเฮอริเคนคาทรินา

ที่มา: Crook B, Burton NC. Indoor moulds, Sick Building Syndrome and building related illness. Fungal Bio Rev. 2010; 24:106-113.



2.1

2.2

2.3

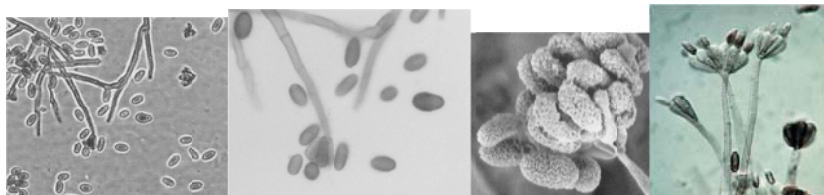
รูปที่ 2 ราที่ขึ้นอยู่ตามที่แตกต่างกัน (2.1) บริเวณฉนวนไฟเบอร์จากที่ปิดท่อแอร์ (2.2) ตามช่อง ตู้ ชั้นต่างๆ (2.3) ด้านหลังของกระดาษปิดผนัง

ที่มา: EPA: Mold Remediation in Schools and Commercial Buildings 2008

2.1-2.3 Kuhn DM, Ghannoum MA. Indoor Mold, Toxigenic Fungi, and *Stachybotrys chartarum*: Infectious Disease Perspective. Clin Micro Rev 2003; 16: 144-172.

2.4 Centraalbureau voor Schimmelcultures, Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen, The Netherlands. In Fungal Contamination in Public Buildings; Ministry of Health, Her Majesty the Queen in Right of Canada, 2004.

เชื้อที่เห็นได้ด้วยตาเปล่าข้างต้น (จากรูปที่ 1 และ 2) เมื่อนำมาเพาะเลี้ยง จะพบลักษณะรูปร่าง ขนาด และการเรียงตัว จากการดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ (รูปที่ 3)



3.1

3.2

3.3

3.4

รูปที่ 3 เชื้อ *S. chartarum* ที่เพาะได้จากผนังที่เสียหาย : (3.1) ภาพเส้นใยและโคนิเดีย(สปอร์) ของเชื้อที่เพาะแยกอย่างบริสุทธิ์, (3.2) เป็นภาพ 3.1 ที่เพิ่มกำลังขยาย, (3.3) ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน-เป็นกลุ่มโคนิเดียที่ปลายก้านชู, (3.4) ลักษณะของ *S. chartarum*

ผลของ *S. chatarum* ต่อสุขภาพ

ในช่วงปี 2542-2543 ที่สหรัฐอเมริกา มีรายงานความสัมพันธ์ในการพบรา *S. chatarum* กับภาวะเลือดออกในถุงลมปอดในเด็กทารก การศึกษาพบว่าสารพิษจาก *S. chatarum* สามารถทำลายเนื้อเยื่อปอด ผิวหนังหลอดเลือดและเม็ดเลือด นอกจากนี้ *S. chatarum* สามารถก่อโรคได้ในผู้ที่มีภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่อง และผู้ป่วยไซนัสอักเสบที่อาศัยในอาคารที่ได้รับความเสียหายจากน้ำ เมื่อมีพื้นคอนกรีตที่ชื้น จะเพิ่มอาการคัดจมูก น้ำมูกไหล อาการคัน ปวดแสบปวดร้อนและระคายเคืองตา ส่วนเด็กทารกที่ได้รับหรือสัมผัสสปอร์ของราจากบรรยากาศ ทำให้มีอาการตั้งแต่ไอ เจ็บคอ ระคายเคืองตา และตา ไปจนถึงโรคปอดอักเสบภูมิไวเกิน (hypersensitivity pneumonitis) จากปฏิกิริยาภูมิคุ้มกัน (immune mediated lung disease) เมื่อสัมผัสสารก่อภูมิแพ้ ซึ่งเป็นส่วนประกอบของเซลล์ของเชื้อราตัวเอง

นอกจากนี้ เชื้อรายังสร้างสารประกอบอินทรีย์ชนิดระเหยง่าย (microbial volatile organic compounds: MVOCs) ที่กระจายตัวได้ดีในอุณหภูมิและความดันปกติ สารดังกล่าวนี้ จะเสริมผลกระทบจากสารอินทรีย์ระเหยจากสารเคมี (volatile organic compounds: VOCs) ที่ใช้ในอุตสาหกรรมไม้และเครื่องเรือน เช่น สี สารเคลือบผิว กาว เรซินในแผ่นไม้อัด หรือเสริมผลจากสารระเหยอื่นที่พบ เช่น จากสินค้าเพื่อการอุปโภค บริโภค ควันบุหรี่ น้ำยาซักแห้ง น้ำยาฟอกสี น้ำยาย้อมผม-ตัดผม สารตัวทำลายในการพิมพ์ หมึก-สารใช้ในเครื่องถ่ายเอกสาร สารกำจัดศัตรูพืช สารจากการเผาไหม้

ดังนั้น อาคารบ้านเรือนที่สร้างอย่างมิดชิดขึ้นจึงต้องใช้เครื่องปรับอากาศ การไหลเวียนถ่ายเทอากาศเปลี่ยนแปลงไป รวมถึงพฤติกรรมและกิจกรรมของผู้อยู่อาศัย ความชื้นและอุณหภูมิในอาคารแหล่งกำเนิดและชนิดของสารระเหย ธรรมชาติและอายุการใช้งานของวัสดุ ทำให้มีการสะสมสารระเหยมากขึ้น ทั้งระหว่างการใช้และการเก็บสารเช่นนี้ เพิ่มโอกาสที่ผู้อาศัยจะรับสารระเหยจากการหายใจ-การสัมผัส ทำให้ระคายเคือง ช่างจมูก ในลำคอ ปวดศีรษะ คลื่นไส้ ทำความเสียหายต่อระบบประสาทส่วนกลางและอวัยวะภายใน เช่น ตับ ไต

Trichothecene เป็นสารพิษจำพวก sesquiterpenoid ประกอบด้วยสารพิษหลายชนิด ที่ออกฤทธิ์ต่อเซลล์สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ที่มีความรุนแรงต่างกันจนถึงออกฤทธิ์อย่างเฉียบพลัน ขึ้นกับโครงสร้างทางเคมีของสารนั้น อาการเมื่อได้รับสารพิษได้แก่ คลื่นไส้ เม็ดโลหิตผิดปกติ และมีผลต่อภูมิคุ้มกันในมนุษย์ มีการพบสารพิษนี้จากสปอร์ของ *S. chartarum* ที่ผู้คนสามารถหายใจเอาสปอร์เข้าสู่ร่างกายได้ จึงมีความเป็นไปได้ ที่ *S. chartarum* ที่เติบโตในอาคาร เป็นต้นเหตุของการเจ็บป่วย

S. chatarum ยังสร้าง satratoxin G (SG) ที่เป็นสารพิษประเภท macrocyclic trichothecene ซึ่งในปี 2548 Institute of Medicine (IOM) ระบุถึงอาการผิดปกติของระบบทางเดินหายใจเช่น หายใจมีเสียงวี๊ด ไอ อาการหอบหืดที่เลวร้ายลง การระคายเคืองเยื่อ และลดภูมิคุ้มกัน โดยพบว่า มีความสัมพันธ์กับการสัมผัสบรรยากาศในอาคารที่เสียหายจากน้ำ

เราจะจัดการกับร่ายอย่างไร

เชื้อราที่พบในอาคารบ้านเรือนทั่วไปจากชีวิตประจำวัน จะมีความแตกต่างทางด้านของจำนวนเชื้อ รวมถึงปริมาณสารต่างๆ ที่สร้างจากรา แม้ว่าการเสียหายอยู่ในเนื้อที่ที่จำกัด เช่นจากน้ำรั่ว ทำให้เปียกชื้น เป็นบางบริเวณ แต่ถ้าดูแลไม่พอเพียง-ไม่ถูกต้อง หรือภัยพิบัติที่รุนแรง มีพายุทำให้มีน้ำท่วม มีความเสียหายของอาคารจำนวนมากมาย ความรุนแรงจากจำนวนรา/ปริมาณสารพิษจะทวีคูณ ลักษณะเช่นนี้ต้องใช้บริการจากผู้มีอาชีพด้านนี้โดยตรง ที่มีเครื่องมือ น้ำยาทำความสะอาด น้ำยาฆ่าเชื้อ และเทคโนโลยีที่กำจัดราได้ทั่วถึงหมดจด ที่สำคัญอย่างยิ่งคือ มีเครื่องมืออุปกรณ์ป้องกันด้านความปลอดภัยสำหรับผู้ปฏิบัติงานและสำหรับผู้อาศัยอื่น เพื่อป้องกันการกระจายราและสารพิษออกสู่อากาศและสิ่งแวดล้อมของห้อง/อาคาร/ชุมชนนั้นๆ เพราะไม่ใช่เป็นเพียงกำจัดเชื้อราที่มองเห็นอยู่เท่านั้น แต่รวมถึงกำจัดพิษภัยที่มองไม่เห็นได้ด้วยตาเปล่าจากรา ซึ่งองค์กรใหญ่จากหลายประเทศ ได้จัดทำคู่มือในการกำจัดเชื้อราเช่นนี้ อย่างถูกต้อง และแบ่งเป็นรายละเอียดที่จำเพาะ เช่น การกำจัดราสำหรับโรงเรียน อาคารพาณิชย์ และคู่มือหลังเกิดอุทกภัยสำหรับอาคารชนิดต่างๆ โดยในคู่มือมีข้อสำหรับพิจารณาว่า ผู้อาศัยสามารถกำจัดราด้วยตนเองหรือไม่ อย่างไรก็ตาม สิ่งที่ต้องรีบแก้ไขโดยเร็วคือ การกำจัดต้นเหตุเช่น ความเปียก น้ำที่รั่ว ทำความสะอาดบริเวณที่มีฝุ่น-ผง ทั้งสิ่งของที่ฝุ่นผงและจะเป็นแหล่งเพาะราได้

สำหรับในบ้านเรือน ที่อยู่อาศัยทั่วไป การจัดการในที่ที่มีการเจริญของราในบริเวณไม่มากนัก หรือเมื่อเนื้อที่น้อยกว่า 10 ตารางฟุต เช่น เพดาน ผนังห้องบางตำแหน่ง สิ่งที่ต้องตระหนักเมื่อทำความสะอาดเพื่อกำจัดรา ได้แก่

- ต้องคำนึงเสมอว่า เรามีสปอร์และโครงสร้างอื่นที่ปลิวฟุ้งได้ง่าย สามารถลอยอยู่ในอากาศ ก่อนตกลงสู่พื้น การกวาด การใช้พัดลม ลมตามธรรมชาติ กิจกรรมในห้องเช่น การเดิน การทำงานเคลื่อนไหว ทำให้เกิดการฟุ้งกระจาย หมุนเวียนอากาศ สปอร์ก็จะไปตามกระแสลมนั้น
- การเปิดเครื่องปรับอากาศ โดยเฉพาะ เมื่อแผ่นกรองอากาศสกปรก มีฝุ่นจับอุดตัน การเปิด-ปิด ทำให้มีความชื้นค้างอยู่ เมื่อทิ้งไว้นานๆ ราที่ติดอยู่บริเวณนั้นจะเจริญได้ จึงควรทำความสะอาดแผ่นกรองและล้างเครื่องปรับอากาศตามคู่มือที่แนะนำ
- ยังมีราซุกซ่อนรอดพ้นสายตาได้ เช่น ราที่หลังกระดาดปิดผนัง ในตู้ ล้นชัก เป็นต้น (รูปที่ 2)
- ราหรือวัตถุที่มีราเติบโตจนเห็นได้ ไม่ควรจับต้องด้วยมือเปล่าแต่ควรใช้ถุงมือยางหรือพลาสติก
- ระวัง อย่าให้ราและสปอร์เข้าตา และผู้ที่ใช้คอนแทคเลนส์ควรต้องระวังเป็นพิเศษ
- ผู้ปฏิบัติงาน ควรมีเครื่องป้องกันการหายใจเอาสปอร์เข้าไป การใช้แผ่นปิดจมูกจะช่วยได้บ้าง
- การปฏิบัติงาน การใช้ยาและการเก็บรักษา ควรทำตามคู่มือหรือที่ระบุในฉลาก

เอกสารอ้างอิง

1. Andersen B, Nielsen KF, Jarvis BB. Characterization of *Stachybotrys* from water-damaged buildings based on morphology, growth, and metabolite production. *Mycologia* 2002; 94(3): 392–403.
2. 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.
3. Crook B, Burton NC. Indoor moulds, Sick Building Syndrome and building related illness. *Fungal Bio Rev.* 2010; 24:106-113.
4. Enríquez-Matas A, Quirce S, Cubero N, Sastre J, Melchor R. Hypersensitivity Pneumonitis Caused by *Trichoderma viride*. *Arch Bronchoneumol.* 2009; 45(6):304-305.
5. Forgacs J, Carll WT. Mycotoxicosis. *Adv Vet Sci.* 1962; 7:273–293.
6. Institute for Environment and Health. IEH assessment on indoor air quality in the home. Institute for environment and Health, Leicester, UK. 1996.
7. Jarvis BB, Lee Y-W, Comezoglu SN, Yatawara CS. *Trichothecenes* produced by *Stachybotrys atra* from Eastern Europe. *Appl Env Microb.* 1986; 51: 915–918.
8. Kuhn DM, Ghannoum MA. Indoor Mold, Toxigenic Fungi, and *Stachybotrys chartarum*: Infectious Disease Perspective. *Clin Micro Rev* 2003; 16: 144-172.
9. Murtoniemi T, Nevalainen A, Hirvonen MR. Effect of Plasterboard Composition on *Stachybotrys chartarum* Growth and Biological Activity of Spores. *Appl & Environ Microbiol.* 2003; 69(7):3751-3757.
10. Mussalo-Rauhamaa HH, Nikulin M, Koukila-Kahkola P, Hintikka EL, Malmberg M, Haahtela T. Health effects of residents exposed to *Stachybotrys* in water-damaged houses in Finland. *Indoor and built environ.* 2010; 19: 476-485.
11. Norback D, Cai G. Fungal DNA in hotel rooms in Europe and Asia-associations with latitude, precipitation, building data, room characteristics and hotel ranking. *J Environ Monitor.* 2011; 13: 2903-2895.