ต้นไม้ประดับ ‘เครื่องฟอกอากาศ’ ในอาคาร

มณีรัตน์ องค์วรรณดี [1]

ประโยชน์ของต้นไม้ประดับนอกจากนิยมปลูกในอาคารเพื่อตกแต่งสถานที่ให้สวยงาม สร้างสุนทรียภาพและความเย็นสบายให้กับผู้ใช้อาคารแล้ว [1-3] ต้นไม้ประดับยังได้รับการพิสูจน์ทางห้องปฏิบัติการว่าสามารถช่วยลดมลพิษอากาศในอาคารได้อีกด้วย [4-5] ทั้งการกำจัดมลพิษในรูปที่เป็นก๊าซ ไอระเหยสารอินทรีย์ และอนุภาคฝุ่นขนาดเล็ก สาระสำคัญของบทความนี้ประกอบด้วยการแนะนำต้นไม้ประดับที่สามารถลดมลพิษอากาศในอาคาร และการชี้ให้เห็นถึงข้อจำกัดและข้อเสนอแนะการใช้ต้นไม้เป็น ‘เครื่องฟอกอากาศ’ ในอาคาร

ต้นไม้ประดับในอาคาร

[1] *รองศาสตราจารย์ สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*

ไม้ประดับกำจัดอนุภาคฝุ่นขนาดเล็ก

งานวิจัยของ ธนากร และคณะ [6] ทดสอบความสามารถของต้นไม้ประดับกำจัดอนุภาคฝุ่นขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) จากควันธูปในห้องทดสอบพบว่า ต้นฤษีผสม *(P. scutellarioides)* ที่มีผิวใบขรุขระ ขอบใบหยัก สามารถดักจับฝุ่นได้ดีกว่าต้นพลูด่าง *(E. aureum)* ที่ผิวใบเรียบมันวาว โดยอนุภาคฝุ่นถูกดักจับที่บริเวณเส้นกลางใบและบริเวณพื้นผิวที่ขรุขระมากกว่าส่วนอื่นของใบ นอกจากนี้การเพิ่มจำนวนต้นหรือพื้นที่ใบส่งผลให้ความสามารถในการดักจับฝุ่นเพิ่มขึ้นเป็นเชิงเส้น ดังนั้นต้นไม้ประดิษฐ์ที่มีพื้นที่ใบต่อต้นมากและทำจากวัสดุเส้นใยพลาสติกทอซึ่งคล้ายกับตัวกรอง (filter media) ของเครื่องฟอกอากาศจึงมีประสิทธิภาพสูงกว่าต้นไม้ประดับที่มีชีวิต [6]

ไม้ประดับดูดซับก๊าซมลพิษ

งานวิจัยจำนวนมากรายงานความสามารถของไม้ประดับช่วยลดก๊าซมลพิษในอาคาร เช่น ต้นเศรษฐีด่าง *(C. elatum var. vittatum)* และพลูด่าง *(S. aureus)* สามารถลดคาร์บอนมอนออกไซด์และไนโตรเจนไดออกไซด์ที่มาจากควันบุหรี่ได้ [7] นอกจากนี้ต้นพลูด่าง *(E. aureum)* และกลุ่มสาวน้อยประแป้ง *(Dieffenbachia)* สามารถดูดซับโอโซนซึ่งเป็นก๊าซสร้างความระคายเคืองต่อเยื่อบุทางเดินหายใจ แต่เมื่อทดสอบให้ต้นไม้สัมผัสกับโอโซนซ้ำๆ มีผลให้ความสามารถในการดูดซับโอโซนลดลง [8] ส่วนต้นหมากเหลือง *(D. lutescens)* ซึ่งนิยมปลูกทั้งในและนอกอาคาร พบว่ามีความสามารถสูงในการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์เมื่อคิดเทียบต่อพื้นที่ใบที่เท่ากันของต้นไม้ที่นำมาทดสอบ [9]

ไม้ประดับดูดซับสารอินทรีย์ระเหย

ในประเทศไทยมีการตรวจวัดสารอินทรีย์ระเหยในอาคารสำนักงานซึ่งพบว่าสารอินทรีย์ระเหยบางชนิด เช่น โทลูอีน (toluene) สไตรีน (styrene) ไซลีน (xylenes) ไลโมนีน (limonene) และฟอร์มัลดีไฮด์ (formaldehyde) มีระดับสูงกว่าที่ตรวจพบในอาคารในประเทศอังกฤษและสหรัฐอเมริกา [10-11] แหล่งกำเนิดที่สำคัญของสารมลพิษเหล่านี้มาจาก เฟอร์นิเจอร์ อุปกรณ์สำนักงาน กิจกรรมต่างๆ ในสำนักงาน การใช้ต้นไม้อาจเป็นทางเลือกหนึ่งในการช่วยลดสารมลพิษอินทรีย์ระเหย มีงานวิจัยจำนวนมากที่แสดงให้เห็นว่าไม้ประดับปลูกในกระถางสามารถดูดซับสารอินทรีย์ระเหยในอากาศได้ [4] โดยงานวิจัยที่บุกเบิกการศึกษาในด้านนี้ คือ งานของ Woverton et al. [12] ในปี ค.ศ. 1989 ซึ่งปรากฏในรายงานขององค์การบริหารการบินและอวกาศแห่งชาติของสหรัฐอเมริกาหรือนาซ่า (NASA) ได้ทดสอบความสามารถของต้นไม้ประดับและไม้ดอกจำนวน 12 ชนิด เพื่อกำจัดเบนซีน (benzene) ไตรคลอโรเอทิลีน (trichloroethylene) และฟอร์มัลดีไฮด์ ในอากาศภายในห้องทดสอบ พบว่าหลังจาก 24 ชั่วโมง ตุ๊กแกฝรั่ง (H. helix)

ภาพประกอบ บอสตันเฟิร์น พลูด่าง หนวดฤษี และเศรษฐีเรือนใน

สามารถลดเบนซีนได้เกือบ 90% ส่วนเดหลี (S. 'Mauna Loa') และต้นในตระกูลวาสนา *(Dracaena)* ลดเบนซีนได้ 70-80% ในขณะที่ไตรคลอโรเอทิลีนถูกกำจัดได้เพียง 10-23% สำหรับงานวิจัยในประเทศไทย [13] มีการทดสอบต้นไม้ประดับที่นิยมปลูกในประเทศจำนวน 8 ชนิดเพื่อกำจัดฟอร์มัลดีไฮด์ในอากาศที่ระดับ 0.75 พีพีเอ็มซึ่งเป็นระดับที่ตรวจพบได้ในห้องที่มีเฟอร์นิเจอร์ไม้อัดหรือปาติเกิล ผลการทดสอบพบว่าต้นไม้ที่ดูดซับฟอร์มัลดีไฮด์ได้รวดเร็วที่สุด คือ บอสตันเฟิร์น *(N. exaltata)* ตามด้วยพลูด่าง *(E. aureum)* หนวดฤษี *(T. usneoides)* และ เศรษฐีเรือนใน *(C. comosum)* ซึ่งมีความสามารถใกล้เคียงกัน

ข้อจำกัดของการใช้ต้นไม้ประดับลดมลพิษอากาศในอาคาร

เนื่องจากการดูดซับหรือการดักจับมลพิษอากาศของต้นไม้เกิดขึ้นที่ใบเป็นสำคัญ ยิ่งพื้นที่ใบที่สัมผัสกับมลพิษอากาศเพิ่มขึ้นมากเท่าไร โอกาสที่ต้นไม้จะดูดซับหรือดักจับมลพิษก็เพิ่มขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นอัตราส่วนระหว่างพื้นที่ใบทั้งหมดของต้นไม้ต่อปริมาตรอากาศในห้อง (leaf area to air volume ratio) จึงเป็นตัวแปรที่สำคัญที่สุดในการใช้ต้นไม้ลดมลพิษอากาศในอาคาร ขอยกตัวอย่างให้เห็น เช่น พลูด่าง 1 ต้นมีพื้นใบเฉลี่ย 0.0026 ตร.ม. ต่อ ต้น [8] ใช้ดูดซับมลพิษอากาศในห้องพื้นที่ 24 ตร.ม. สูง 2.5 ม. (=ปริมาตรอากาศ 60 ลบ.ม.) เมื่อคำนวณอัตราส่วนพื้นที่ใบต่อปริมาตรอากาศที่ต้นไม้มีโอกาสสัมผัสจึงต่ำมากเพียง 0.00004 ตร.ม. / ลบ.ม. ดังนั้นต้นไม้เพียง 1 ต้นจึงไม่มีประสิทธิภาพแต่อย่างใดในการช่วยลดมลพิษอากาศในอาคาร จึงต้องเพิ่มจำนวนต้นไม้ให้มากขึ้น จากการคำนวณของผู้เขียนโดยใช้ข้อมูลผลการศึกษาของประเทศไทย [10-11,13] ถ้าต้องการใช้ต้นบอสตันเฟิร์นอายุ 3 เดือนกำจัดฟอร์มัลดีไอด์ในสำนักงานพื้นที่ 150 ตร.ม. สูง 2.5 ม. ให้ได้ 50% จะต้องใช้บอสตันเฟิร์นจำนวนถึง 1100 ต้น ซึ่งการปลูกต้นไม้ในกระถางในแนวระนาบให้ได้จำนวนดังกล่าวในทางปฏิบัติคงเป็นไปไม่ได้ ดังนั้นจึงต้องใช้การออกแบบจัดวางในแนวดิ่งหรือที่เรียกว่า 'กำแพงเขียว (green wall)' บวกกับการใช้พลังงานบังคับการเคลื่อนที่ของอากาศที่

ภาพประกอบ กำแพงเขียวในห้างสรรพสินค้า

มีมลพิษให้ไหลผ่านกำแพงเขียวซึ่งจะช่วยเพิ่มจำนวนครั้งของอากาศที่ถูกฟอกด้วยกำแพงเขียว ในทางปฏิบัติเราอาจใช้ต้นไม้ 100-200 ต้นต่อกำแพงเขียว ซึ่งจะช่วยลดฟอร์มัลดีไฮด์ได้ประมาณ 15% (กรณีที่ไม่ใช้ปั๊มหมุนเวียนอากาศผ่านกำแพงเขียว) ดังนั้นจะเห็นว่าการใช้ต้นไม้ทำหน้าที่เครื่องฟอกมลพิษอากาศในลักษณะแบบนี้จึงควรเป็นเพียงทางเลือกเสริมของวิธีการควบคุมหลัก เช่น การควบคุมที่แหล่งกำเนิดมลพิษโดยตรง หรือการระบายอากาศของอาคารที่เพียงพอ อย่างไรก็ดีการมีพื้นที่สีเขียวด้วยต้นไม้ประดับในอาคารยังสร้างประโยชน์ต่อผู้ใช้ในอาคารด้านอื่นด้วย ทั้งการสร้างภาวะน่าสบาย สร้างผลกระทบเชิงบวกต่อสุขภาพและต่อประสิทธิภาพการทำงาน หรือแม้แต่ช่วยดูดซับเสียงดังรบกวนในอาคาร [14]

บรรณานุกรม

[1] J. Qin, C. Sun, X. Zhou, H. Leng, Z. Lian, The effect of indoor plants on human comfort, Indoor Built Environ. 23 (2014) 709–723.

[2] R. Fernández-Cañero, L.P. Urrestarazu, A.F. Salas, Assessment of the cooling potential of an indoor living wall using different substrates in a warm climate, Indoor Built Environ. 21 (5) (2012) 642-650.

[3] Y. Wang, F. Bakker, R. de Groot, H. Wörtche, Effect of ecosystem services provided by urban green infrastructure on indoor environment: A literature review, Build. Environ. 77 (2014) 88-100.

[4] T. Petit, P.J. Irga, F.R. Torpy, Towards practical indoor phytoremediation: A review, Chemosphere 208 (2018) 960-974.

[5] P.S. Nobel, Physicochemical and Environmental Plant Physiology, Elsevier Academic, Massachusetts, 2005.

[6] ธนากร รัตนพันธุ์, มณีรัตน์ องค์วรรณดี, ศิริมา ปัญญาเมธีกุล, การประเมินความสามารถของต้นไม้ประดับในการดักจับอนุภาคขนาดเล็กในอาคาร, วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปีที่ 24 เล่มที่ 3 (กันยายน – ธันวาคม 2560).

[7] B.C. Woverton, R.C. MaDonald, H.H. Mesick, Foliage plants for indoor removal of the primary combustion gasses carbon monoxide and nitrogen dioxide, J. Miss. Acad. Sci. 30 (1985) 1-8.

[8] O.A. Abbass, D.J. Sailor, E.T. Gall, Effectiveness of indoor plants for passive removal of indoor ozone, Build. Environ. 119 (2017) 62-70.

[9] F.R. Torpy, P.J. Irga, M.D. Burchett, Profiling indoor plants for the amelioration of high CO2 concentrations, Urban For. Urban Green. 13 (2) (2014) 227–233.

[10] M. Ongwandee, R. Moonrinta, S. Panyametheekul, C. Tangbanluekal, G. Morrison, Investigation of volatile organic compounds in office buildings in Bangkok, Thailand: Concentrations, sources, and occupant symptoms, Build. Environ. 46 (7) (2011) 1512-1522.

[11] M. Ongwandee, R. Moonrinta, S. Panyametheekul, C. Tangbanluekal, G.C. Morrison, Concentrations of formaldehyde and acetaldehyde in office buildings in Bangkok, Thailand, Indoor Built Environ. 18 (6) (2009) 569-575.

[12] B. Wolverton, A. Johnson, K. Bounds, Interior Landscape Plants For Indoor Air Pollution Abatement, Final report, National Aeronautics and Space Administration, 1989. Report number: NASA -TM-101768.

[13] ศิริมา ปัญญาเมธีกุล, รายงานความก้าวหน้าผลการดำเนินงาน (ครั้งที่ 2) โครงการวิจัย เรื่อง การจัดการคุณภาพอากาศภายในอาคาร, โครงการเพชรชมพูเข้มแข็ง กองทุนรัชดาภิเษกสมโภช ประจำปีงบประมาณ 2559 สัญญาเลขที่ GES 5900321001-1, ตุลาคม 2560.

[14] J.W. Dover, Green Infrastructure: Incorporating Plants and Enhancing Biodiversity in Buildings and Urban Environments, Routledge, London, 2015.