



## Antimicrobials in Building Materials

Dr. Gina Sloan

### คุณสมบัติการต่อต้านจุลินทรีย์ในวัสดุอาคาร

#### บทนำ

จุลินทรีย์สามารถดำรงชีวิตอยู่ในพื้นผิวและสภาพแวดล้อมทุกรูปแบบที่เราพบเห็นในทุกวันนี้ สิ่งมีชีวิตอันน่าพิศวงนี้มีจำนวนมากกว่าเราในทุกแห่งหน ในความเป็นจริงแล้ว ในร่างกายมนุษย์มีจำนวนจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่มากกว่าจำนวนเซลล์ของเราถึง 10 เท่า สิ่งมีชีวิตที่มองไม่เห็นนี้มีบทบาทสำคัญทั้งต่อสุขภาพพลานามัยของเราและของโลก แต่เมื่อมีคุณอนันต์ก็ย่อมมีโทษมหันต์ได้เช่นกัน

แบคทีเรียและเชื้อราสายพันธุ์ดีจะสามารถย่อยสลายโมเลกุลที่ซับซ้อนให้เป็นแหล่งพลังงานที่มีประโยชน์ได้ในทันที ซึ่งกระบวนการนี้จะเกิดขึ้นเมื่อจุลินทรีย์ย่อยสลายต้นไม้ที่โค่นลงให้กลายเป็นดิน และปล่อยอนุภาคคาร์บอนและไนโตรเจนกลับคืนสู่สิ่งแวดล้อมเพื่อให้พืชพันธุ์อื่น ๆ นำไปใช้ในการเจริญเติบโตต่อไป นอกจากนี้ จุลินทรีย์ยังมีบทบาทสำคัญในการรักษาสุขภาพของเราให้แข็งแรงอีกด้วย สิ่งมีชีวิตเหล่านี้มีหน้าที่ในกระบวนการย่อยอาหาร สุขภาพจิต และการต่อสู้กับจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค

จุลินทรีย์ส่วนใหญ่ที่พบในแหล่งอาศัยตามธรรมชาติจะมีกระบวนการในการดำรงชีพที่สม่ำเสมอ ซึ่งจะเกื้อหนุนต่อการดำรงอยู่ของสภาพแวดล้อม อย่างไรก็ตาม เมื่อสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ถูกนำเข้าสู่ร่างกายหรือสภาพแวดล้อมของมนุษย์ (อาทิ อาคาร เสื้อผ้า อาหาร) ย่อมเกิดผลกระทบที่ตามมา ซึ่งอาจก่อให้เกิดโรคภัยไข้เจ็บ โรคที่เกิดจากอาหาร หรือการฟุ้งกระจายของวัสดุต่าง ๆ

จะเป็นอย่างไรถ้าจุลินทรีย์ในบ้านหรือสำนักงานของคุณเริ่มสร้างความผุพังแก่วัสดุในอาคาร? ในขณะที่เนื้อหาเกี่ยวกับจุลินทรีย์ก่อนหน้านี้กล่าวถึงสุขภาพร่างกายและสภาพแวดล้อมที่มีสภาพสมบูรณ์ เราย่อมต้องการให้อาคารบ้านเรือนของเรามีสภาพสมบูรณ์แข็งแรงทั้งในแง่ของโครงสร้างและภาพลักษณ์ที่สวยงามในทุกวันเช่นเดียวกัน หากสัญญาณแรกที่บ่งชี้ว่าวัสดุในอาคารของคุณกำลังถูกโจมตีและผุพังจากจุลินทรีย์ ก็คือรอยคราบที่มองเห็นได้และกลิ่นต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ท้ายที่สุด การฟุ้งกระจายนี้อาจส่งผลถึงความเสียหายของโครงสร้างอาคาร การลดทอนความแข็งแรงของสิ่งปลูกสร้าง และทำให้วัสดุในอาคารมีอายุใช้งานสั้นลง

ก่อนที่คราบโคลและกลิ่นต่าง ๆ จะเริ่มปรากฏชัดเจน จุลินทรีย์ก็ดำรงชีวิตอยู่บนพื้นผิวอาคารมาก่อนหน้านั้นแล้ว งานศึกษาหลายชิ้นแสดงให้เห็นว่า พื้นผิวมากมายในบ้านสามารถเป็นแหล่งสะสมแบคทีเรียชนิดเฉื่อย (เช่น เอ็มอาร์เอสเอ) เป็นเวลานานหลายเดือน<sup>1</sup> ซึ่งการแพร่จุลินทรีย์จากพื้นผิวมาสู่มือจะเกิดขึ้นตลอดเวลาเมื่อมีการสัมผัส

## การเสื่อมสภาพของวัสดุ: เกิดขึ้นเมื่อใดและเพราะอะไร?

วัสดุหลายประเภทสามารถได้รับผลกระทบเชิงลบจากการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ซึ่งวัสดุในอาคารก็นับเป็นอีกหนึ่งเรื่องที่น่ากังวล เนื่องจากคุณจำเป็นต้องอาศัยเงินทุนทั้งเพื่อการติดตั้งและการดูแลรักษาสิ่งเหล่านี้ อีกทั้งยังมีวัสดุในอาคารหลายชนิดที่มีสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเกาะติดของจุลินทรีย์และยังเป็นแหล่งอาหารสำหรับการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์อีกด้วย เนื้อหาในส่วนต่อไปจะยกตัวอย่างจุลินทรีย์ที่เติบโตได้ด้วยการกักกันวัสดุในอาคาร

### ผนัง:

#### แผ่นผนัง:

เชื้อราบางสายพันธุ์ เช่น *Aspergillus niger*, *Chaetomium*, และ *Penicillium* ขยายพันธุ์ด้วยสปอร์<sup>2</sup> โดยสปอร์สามารถลอยไปในอากาศ จนกระทั่งสัมผัสกับพื้นผิวที่พร้อมสำหรับการยึดเป็นอาณานิคม เมื่อเกาะลงบนพื้นผิว สปอร์จะเริ่มสร้างเส้นใยเชื้อราบนพื้นผิวซึ่งก่อให้เกิดปุ๋ยสีขาว ทำหน้าที่สร้างสปอร์ใหม่ที่ทำให้เกิดคราบสีดำ น้ำตาล และเขียว ซึ่งทำงานร่วมกับการจู่โจมของเชื้อราบนผนัง ซึ่งในระหว่างการเกิดกระบวนการนี้ เชื้อราจะใช้แผ่นผนังเป็นแหล่งอาหาร ซึ่งจะลดความแข็งแรงของเนื้อวัสดุ<sup>3</sup> แผ่นผนังเป็นพื้นผิวที่ง่ายต่อการถูกเชื้อราจู่โจมจากทั้งสองด้าน ภายในผนังนั้นประกอบด้วยโครงไม้และฉนวน ส่วนภายนอกผนังซึ่งมองเห็นได้ง่ายและเป็นส่วนที่เจ้าของบ้านสัมผัสใช้งานอยู่เสมอ อาจกลายเป็นจุดแรกที่เชื้อราเกิดการเจริญเติบโต ส่วนเชื้อราที่เจริญเติบโตภายในผนังอาจก่อให้เกิดความเสียหายของโครงสร้างซึ่งแม้ไม่ปรากฏให้เห็นชัดเจนในทันที แต่กลับสามารถแพร่กระจายความเสียหายไปทั่วทั้งบ้านได้ วิธีการปกป้องผนังภายในที่ดีที่สุดคือการใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติต่อต้านการจู่โจมของเชื้อรา เพื่อป้องกันการพัฒนาของเชื้อราและเห็ดรา<sup>4</sup>

### สี

สำหรับพื้นผิวด้านนอกของผนัง สีสามารถเป็นปราการป้องกันขั้นแรกได้ โดยสีสามารถทำหน้าที่เป็นแนวป้องกันการจู่โจมของเชื้อราได้ในตัวเอง ซึ่งในความเป็นจริงแล้ว สีบางประเภทได้ผ่านกระบวนการผลิตมาโดยเฉพาะเพื่อป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อราในเนื้อสี เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาสีเมื่อยังอยู่ในสถานะของเหลวได้<sup>4</sup> นอกจากนี้ การเจริญเติบโตและการจู่โจมของเชื้อราบนพื้นผิวด้านนอกของผนังนั้นง่ายต่อการสังเกตเห็นและสามารถทำความสะอาดได้ด้วยผลิตภัณฑ์สำหรับการกำจัดสปอร์ อาทิ สารฟอกขาว เป็นต้น

### ฉนวน

ฉนวนสามารถผลิตจากวัสดุที่แตกต่างกันหลายชนิด โดยวัสดุที่นิยมนำมาใช้กับอาคารอาจมีตั้งแต่เซลลูโลส ไฟเบอร์กลาส และโฟม ไปจนถึงวัสดุที่ไม่เป็นที่นิยมอย่างขนแกะ (<https://energy.gov/energysaver/insulationmaterials>) ซึ่งโดยทั่วไปนั้น ฉนวนต้องสัมผัสกับความชื้นสูง อุณหภูมิที่แตกต่างกัน และอากาศจากสภาพแวดล้อม ซึ่งสภาวะเหล่านี้ก่อให้เกิดสภาวะที่เหมาะสมอย่างยิ่งต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเชื้อรา<sup>5</sup> การเติบโตของสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ในฉนวนอาจเป็นแหล่งที่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนเชื้อโรคของอากาศภายในอาคารโดยตัวเอง<sup>6</sup> ซึ่งการสัมผัสกับเชื้อราและแบคทีเรียที่เจือปนอยู่ในอากาศมากขึ้นจะยิ่งเพิ่มความเสี่ยงของการเกิดอาการภูมิแพ้และผลเสียต่อสุขภาพ ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับกลุ่มอาการป่วยเหตุอาคาร (Sick Building Syndrome - SBS)

(<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19854820>)

Kramer, A., I. Schwebke, and G. Kampf, *How long do nosocomial pathogens persist on inanimate surfaces? A systematic review*. BMC infectious diseases, 2006. 6: p. 130.

2 Dedesko, S. and J.A. Siegel, *Moisture parameters and fungal communities associated with gypsum drywall in buildings*. Microbiome, 2015. 3(1): p. 71.

3 Andersson, M.A., et al., *Bacteria, molds, and toxins in water-damaged building materials*. Appl Environ Microbiol, 1997. 62.

4 Page, K., M. Wilson, and I.P. Parkin, *Antimicrobial surfaces and their potential in reducing the role of the inanimate environment in the incidence of hospital-acquired infections*. Journal of Materials Chemistry, 2009. 19(23): p. 3819-3831.

5 Gravesen, S., P.A. Nielsen, and R. Iversen, *Microfungal contamination of damp buildings—examples of risk constructions and risk materials*. Environmental Health, 1999.

6 Oliveira, M., et al., *Main airborne Ascomycota spores: characterization by culture, spore morphology, ribosomal DNA sequences and enzymatic analysis*. Applied microbiology and biotechnology, 2010. 86(4): p. 1171-81.

## ห้องน้ำ:

### ปฏุนยาแนว/สารกันรื้อรื้อ

สภาวะความชื้นสูงโดยรอบวัสดุจะเพิ่มความไวต่อการถูกโจมตีด้วยเชื้อรา<sup>7</sup> ของผลิตภัณฑ์เหล่านี้ ซึ่งทั้งปฏุนยาแนวและสารกันรื้อรื้อจะต้องสัมผัสกับความชื้นสูงอยู่เสมอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณห้องน้ำ เช่นเดียวกับตัวอย่างเรื่องแผ่นผนังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น สิ่งมีชีวิตจำพวกเชื้อรา อาทิ *Aspergillus*, *Penicillium*, *Chaetomium* สามารถแพร่พันธุ์โดยใช้ปฏุนยาแนวเป็นแหล่งอาหารได้ การก่อให้เกิดคราบต่างของสีบนพื้นผิวจากสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ ทำให้เจ้าของบ้านต้องทำความสะอาดบ่อย ๆ หากปฏุนยาแนวก็สามารถเกิดความเสียหายหรือเกิดคราบถาวรได้เช่นกัน ซึ่งเป็นผลจากการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ ในบางกรณี อาจจำเป็นต้องเปลี่ยนปฏุนยาแนวใหม่กันเลยทีเดียว

### สุขภัณฑ์ในห้องน้ำ

การทำความสะอาดและการดูแลรักษาสุขภัณฑ์ถือเป็นเรื่องที่น่าเหนื่อยหน่ายมาก การยึดเกาะของแบคทีเรียบนพื้นผิวของสุขภัณฑ์ก่อให้เกิดคราบมากมายซึ่งจำเป็นต้องขจัดออกไป เนื่องจากพื้นผิวของสุขภัณฑ์มีความเหมาะสมอย่างยิ่งต่อการเกาะติดของเชื้อโรคซึ่งเรียกว่าไบโอฟิล์ม (Biofilms) ซึ่งยากต่อการขจัดออกและยังเป็นสาเหตุที่ทำให้พื้นผิวเกิดคราบต่าง ๆ ขึ้นอย่างรวดเร็ว แม้หลังการทำความสะอาดเพียงไม่นาน

### โถะเปลี่ยนผ้าอ้อมทารก

โถะเปลี่ยนผ้าอ้อมเด็กทารกสาธารณสุขระมัดระวังไม่บ่อยได้รับการทำความสะอาด พื้นที่บริเวณนี้ต้องสัมผัสกับผ้าอ้อมและผ้าเช็ดที่สกปรกอยู่ตลอดเวลา อีกทั้งเด็กทารกและผู้ดูแลมักต้องสัมผัสกับชิ้นส่วนพลาสติกของโถะทั้งก่อน ระหว่าง และหลังการเปลี่ยนผ้าอ้อม ซึ่งล้วนก่อให้เกิดสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและการแพร่ของเชื้อโรค

### ก๊อกน้ำ

เมื่อเรากดน้ำก๊อกโครกจะทำให้เกิดฝอยละอองน้ำที่พัดแบคทีเรียขึ้นมาจากโถให้พุ่งไปทั่วห้องน้ำ<sup>8-9</sup> ซึ่งจะสามารถตกลงบนพื้นผิวทุกชนิดรวมถึงอ่างล้างมือและพื้นห้อง ซึ่งนอกจากแบคทีเรียที่พุ่งขึ้นจากการกดน้ำในแต่ละครั้ง ก๊อกน้ำถือเป็นอีกหนึ่งพื้นผิวที่เราต้องสัมผัสมากที่สุดในห้องน้ำ เมื่อมีแบคทีเรียเกาะบนก๊อกน้ำ การสัมผัสก๊อกน้ำแต่ละครั้งจะทำให้แบคทีเรียเกาะติดมือของเราไปด้วย ดังนั้น จึงเป็นสิ่งสำคัญที่เราต้องทำความสะอาดพื้นผิวทุกส่วนในห้องน้ำ รวมถึงก๊อกน้ำด้วยสารฆ่าเชื้อโรค เพื่อให้มั่นใจได้ว่าแบคทีเรียถูกกำจัดอย่างสม่ำเสมอ

### บริเวณพักอาศัย

#### พื้น

จากข้อมูลของรายงาน ABC ปี ค.ศ. 2005 ระบุว่า พื้นผิวในห้องน้ำที่สกปรกที่สุดคือพื้น ซึ่งปนเปื้อนแบคทีเรียอย่างต่อเนื่องตลอดเวลาจากเท้าและรองเท้า รวมถึงจากการกดน้ำชักโครก (<http://abcnews.go.com/2020/Health/story?id=1213831&page=1>) ซึ่งข้อมูลนี้ตรงตามความเป็นจริงที่เกิดขึ้นในบ้านเรือนและอาคารต่าง ๆ เนื่องจากพื้นผิวซึ่งเป็นวัสดุประเภทต่าง ๆ นับตั้งแต่กระเบื้องไปจนถึงพรมและไม้เนื้อแข็ง ล้วนมีร่องลึกที่เอื้อต่อการเจริญเติบโตของเชื้อราและแบคทีเรีย โดยทั่วไปแล้ว แบคทีเรียที่อยู่บนพื้นไม่ใช่สิ่งที่น่ากังวลเกี่ยวกับสุขภาพ แต่มันอาจก่อให้เกิดกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์และยากต่อการขจัดออก ซึ่งสิ่งนี้จะเห็นได้อย่างชัดเจนยิ่งขึ้นเมื่อมีสัตว์เลี้ยงในบ้าน เพราะพื้นมักจะเป็นแหล่งสะสมของฝุ่นผงซึ่งสามารถเป็นแหล่งอาหารของเชื้อโรคได้ ก่อให้เกิดสารประกอบอินทรีย์ที่ระเหยได้ (Volatile Organic Compounds - VOCs) ซึ่งเราจะได้กลิ่นไปทั่วบ้านและอาคาร

7 Johansson, P., T. Svensson, and A. Ekstrand-Tobin, *Validation of critical moisture conditions for mould growth on building materials*. Build Environ, 2013. 62.

8 David L. Johnson, K.R.M., Robert A. Lynch, Deborah V.L. Hirst, *Lifting the lid on toilet plume aerosol: A literature review with suggestions for future research*. American Journal of Infection Control, 2013. 41: p. 254-258.

9 Barker, J. and M.V. Jones, *The potential spread of infection caused by aerosol contamination of surfaces after flushing a domestic toilet*. J Appl Microbiol, 2005. 99(2): p. 339-47.

## ชิ้นส่วนประตู

ลูกบิดและมือจับประตูถือเป็นหนึ่งในอุปกรณ์ภายในอาคารและบ้านเรือนที่เราต้องสัมผัสมากที่สุด โดย Gerba และนักจุลชีววิทยาคนอื่น ๆ ได้แสดงให้เห็นว่า เชื้อโรคสามารถแพร่กระจายจากคนหนึ่งไปสู่อีกคนหนึ่งผ่านการสัมผัสพื้นผิวที่มีการปนเปื้อน<sup>10-11</sup> นอกจากนี้ Rheinbaben et al. ยังแสดงให้เห็นว่าการปนเปื้อนของไวรัสบนลูกบิดประตูจะนำไปสู่การปนเปื้อนบนมือของผู้เข้าร่วมการทดลอง ยิ่งไปกว่านั้น การวิจัยยังชี้ให้เห็นว่า การแพร่ของเชื้อไวรัสจากลูกบิดประตูไปสู่มือยังคงดำเนินอย่างต่อเนื่อง แม้หลังจากเกิดการสัมผัสไปแล้วหลายครั้ง<sup>12</sup> การรักษาความสะอาดของชิ้นส่วนประตูจึงเป็นสิ่งสำคัญในการรักษาสุขภาพอนามัย เพื่อป้องกันการแพร่กระจายของเชื้อโรคชนิดต่าง ๆ

## ระบบปรับอากาศ (ไส้กรองเครื่องปรับอากาศ)

เนื่องจากสปอร์และแบคทีเรียเดินทางผ่านอากาศ การมีอุปกรณ์ของระบบปรับอากาศที่เหมาะสมจึงมีความสำคัญ ไส้กรองอากาศมีบทบาทที่สำคัญมากในการกำจัดไม่เพียงแต่ฝุ่นละอองและความสกปรกจากอากาศภายในอาคารเท่านั้น แต่ยังรวมถึงการกำจัดแบคทีเรียและเชื้อราด้วย<sup>13</sup> ไส้กรองบางชนิดสามารถกำจัดสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ได้ จึงช่วยลดการเจริญเติบโตและการเพิ่มจำนวนกลับสู่อากาศ

## ห้องครัว:

### เคาน์เตอร์ปรุงอาหาร

เคาน์เตอร์ปรุงอาหารเป็นพื้นผิวของห้องครัวทั่วไปที่ต้องสัมผัสกับอาหารและมือของผู้ใช้ หลังจากนั้นจึงจะถูกทำความสะอาด (อาจด้วยฟองน้ำสกรปรก ๆ) การดูแลเคาน์เตอร์ให้สะอาดและปราศจากเชื้อโรคจึงมีความสำคัญสำหรับสุขอนามัยที่ดี คุณควรกำจัดเชื้อโรคทั่วทั้งห้องครัวอย่างสม่ำเสมอด้วยสารฆ่าเชื้อที่ผ่านการรับรองว่าสามารถสัมผัสกับอาหารได้ เพื่อป้องกันการแพร่ของเชื้อโรคที่เกิดจากอาหารเป็นสื่อ<sup>14</sup>

แม้บริเวณที่กล่าวมาทั้งหมดข้างต้นจะถูกจุลชีพและสร้างความเสียหายด้วยเชื้อโรค แต่เราสามารถป้องกันการเสื่อมสภาพ คราบโคล และกลิ่นไม่พึงประสงค์ของวัสดุเหล่านั้นได้ด้วยการใช้เทคโนโลยีการต่อต้านเชื้อโรคที่มาพร้อมผลิตภัณฑ์ เนื่องจากคุณสมบัติการต่อต้านเชื้อโรคที่มาพร้อมผลิตภัณฑ์จะช่วยหยุดยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของคราบโคลและกลิ่นไม่พึงประสงค์ จึงช่วยป้องกันปัญหาดังกล่าวข้างต้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## คุณสมบัติการต่อต้านจุลชีพ: สิ่งนี้คืออะไร?

การป้องกันการเสื่อมสภาพ กลิ่นไม่พึงประสงค์และคราบโคลของผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากจุลชีพนั้นมีหลายวิธี วิธีแรกก็คือการทำความสะอาดพื้นผิวอยู่เสมอด้วยสารฆ่าเชื้อโรคที่ไม่เพียงขจัดกลิ่นและคราบโคลเท่านั้น แต่ยังรวมถึงสิ่งที่เป็นต้นเหตุที่ซุกซ่อนอยู่ นั่นคือเชื้อโรคต่าง ๆ นอกจากนี้ คุณสมบัติการต่อต้านจุลชีพที่มาพร้อมผลิตภัณฑ์ยังมีการเพิ่มชั้นเคลือบผิวเพื่อความปลอดภัย ซึ่งจะปกป้องตัวผลิตภัณฑ์จากการเสื่อมสภาพของผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากจุลชีพได้ คุณสมบัติการต่อต้านจุลชีพมี 3 ประเภทซึ่งมักก่อให้เกิดความสับสนและการทำงานสลับกันอย่างไม่เหมาะสม เนื่องจากคุณสมบัติการต่อต้านจุลชีพเหล่านี้มีรูปแบบการใช้งานและจุลชีพเป้าหมายที่แตกต่างกัน โดยสารต้านจุลชีพทั้ง 3 ประเภท ได้แก่

10 Lopez, G.U., et al., *Transfer efficiency of bacteria and viruses from porous and nonporous fomites to fingers under different relative humidity conditions*. Appl Environ Microbiol, 2013. 79(18): p. 5728-34.

11 Tamimi, A.H., S.L. Edmonds-Wilson, and C.P. Gerba, *Use of a Hand Sanitizing Wipe for Reducing Risk of Viral Illness in the Home*. Food Environ Virol, 2015. 7(4): p. 354-8.

12 Rheinbaben, F., et al., *Transmission of viruses via contact in a household setting: experiments using bacteriophage straight phiX174 as a model virus*. J Hosp Infect, 2000. 46(1): p. 61-6.

13 Fröhlich-Nowoisky, J., et al., *High diversity of fungi in air particulate matter*. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2009. 106(31): p. 12814-9.

14 Rusin, P., P. Orosz-Coughlin, and C. Gerba, *Reduction of faecal coliform, coliform and heterotrophic plate count bacteria in the household kitchen and bathroom by disinfection with hypochlorite cleaners*. Journal of Applied Microbiology, 1998. 85(5): p. 819-28.

1. ยาปฏิชีวนะ: ใช้เพื่อการรักษาผู้ป่วยที่เจ็บป่วยด้วยโรคติดเชื้อที่เกิดจากเชื้อโรค
2. สารฆ่าเชื้อ: สารต้านจุลชีพที่ใช้ในรูปแบบของเหลวหรือผ้าเช็ด เพื่อการฆ่าเชื้อโรคอย่างมีประสิทธิภาพได้อย่างรวดเร็ว แต่ไม่สามารถลดการเกิดเชื้อโรคได้อย่างต่อเนื่องในระยะยาว
3. เทคโนโลยีต่อต้านจุลชีพที่มาพร้อมผลิตภัณฑ์: สารต้านจุลชีพที่ใช้ในการรักษาสภาพผลิตภัณฑ์ ความคมกลืนไม่พึงประสงค์ และป้องกันการคราบโคลที่เกิดจากจุลชีพ และยังสามารถลดการเกิดจุลชีพได้ในระยะยาวอย่างต่อเนื่อง

## ยาปฏิชีวนะ

ยาปฏิชีวนะมีการควบคุมโดยสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาสหรัฐ (Food and Drug Administration - FDA) โดยใช้เพื่อรักษาผู้ป่วยที่เจ็บป่วยด้วยโรคติดเชื้อที่เกิดจากเชื้อโรคเท่านั้น โดยยาปฏิชีวนะจะทำงานกับจุลชีพและได้รับการพิสูจน์แล้วว่าปลอดภัยต่อร่างกายมนุษย์ ยาปฏิชีวนะมีหลายรูปแบบซึ่งทำงานกับสายพันธุ์จุลชีพและส่วนประกอบต่าง ๆ ของจุลชีพที่แตกต่างกัน ยกตัวอย่างเช่น ยาปฏิชีวนะประเภทเพนิซิลลินจะมุ่งที่ความสามารถในการเพิ่มจำนวนเยื่อหุ้มเซลล์ของจุลชีพ ส่วนควิโนโลนจะทำปฏิกิริยากับความสามารถในการเพิ่มจำนวนดีเอ็นเอของจุลชีพ โดยแพทย์จะสั่งยาปฏิชีวนะชนิดใดในการรักษา ย่อมขึ้นอยู่กับโรคติดเชื้อของผู้ป่วย

## สารต้านจุลชีพเพื่อฆ่าเชื้อโรค

สารต้านจุลชีพใช้สารฆ่าเชื้อโรคที่สามารถลดจำนวนเชื้อโรคได้อย่างรวดเร็วและได้รับการควบคุมโดยสำนักงานปกป้องสิ่งแวดล้อมสหรัฐ (Environmental Protection Agency - EPA) ซึ่งกำหนดให้สารฆ่าเชื้อโรคต้องสามารถฆ่าเชื้อโรคทั้งหมดได้ภายในเวลา 10 นาที ซึ่งบริษัทผลิตยาฆ่าเชื้อโรคส่วนใหญ่ เช่น Clorox และ EcoLab สามารถทำได้เกินกว่ามาตรฐานของสำนักงานปกป้องสิ่งแวดล้อมโดยปิดฉลากว่าสามารถฆ่าเชื้อโรคทั้งหมดได้ภายใน 2 นาทีหรือเร็วกว่านั้น สารฆ่าเชื้อโรคสามารถทำงานได้อย่างรวดเร็วแต่ไม่สามารถปกป้องได้ในระยะเวลานาน งานวิจัยได้แสดงให้เห็นว่า เมื่อใช้สารฆ่าเชื้อโรคแบบทั่วไปแล้ว เชื้อโรคจะสามารถกลับในอยู่ระยะเริ่มต้นอีกครั้งภายในระยะเวลา 2-6 ชั่วโมง<sup>15</sup>

## เทคโนโลยีการต่อต้านจุลชีพที่มาพร้อมผลิตภัณฑ์

เนื่องจากการทำความสะอาดทุกพื้นผิวภายในบ้านหรือสถานที่ทำงานทุก ๆ 2-6 ชั่วโมง เป็นสิ่งที่เป็นไปได้ ดังนั้น การลดจำนวนจุลชีพอย่างต่อเนื่องจึงต้องอาศัยการใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติการต่อต้านจุลชีพที่มาพร้อมผลิตภัณฑ์<sup>16-17</sup> โดยทั่วไปนั้น เทคโนโลยีต่อต้านจุลชีพบนพื้นผิวจะอยู่คงทนตลอดอายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์ ทำให้สามารถควบคุมจำนวนจุลชีพบนพื้นผิวได้อย่างต่อเนื่อง

คุณสมบัติการต่อต้านจุลชีพที่มาพร้อมผลิตภัณฑ์สามารถผสมเข้ากับผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในครัวเรือนได้มากมาย ทั้งปูนาแนว พื้น (ทั้งวัสดุกระเบื้อง พรม ไม้ และไม้) ผลิตภัณฑ์โพลีเมอร์ (อาทิ แผ่นรองตัด) มือจับประตูแบบเคลือบสีผง และผลิตภัณฑ์สิ่งทอ อาทิ เสื้อผ้าและรองเท้านักกีฬา ซึ่งการใช้เทคโนโลยีนี้สามารถพบเห็นได้ทุกหนแห่งในชีวิตประจำวันและช่วยเพิ่มคุณภาพชีวิตของเรา

คุณสมบัติการต่อต้านจุลชีพที่มาพร้อมผลิตภัณฑ์ได้รับการออกแบบมาเป็นพิเศษเพื่อมอบการปกป้องที่จำเป็นในการใช้งานของผู้บริโภค ยกตัวอย่างเช่น รวากันเตียงของโรงพยาบาลอาจใช้คุณสมบัติการต่อต้านจุลชีพที่เน้นเรื่องแบคทีเรีย เพื่อลดจำนวนแบคทีเรียบนพื้นผิว ในขณะที่ปูนาแนวอาจจำเป็นต้องใช้คุณสมบัติการต่อต้านจุลชีพที่เน้นเรื่องเชื้อรา เพื่อป้องกันการเกิดคราบต่างของสีของพื้นผิว เป็นต้น คุณสมบัติการต่อต้านจุลชีพเหล่านี้สามารถลดจำนวนจุลินทรีย์บนพื้นผิวโดยไม่ก่อให้เกิดปัญหาเรื่องผลกระทบเชิงลบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม

15 Attaway, H.H., 3rd, et al., *Intrinsic bacterial burden associated with intensive care unit hospital beds: effects of disinfection on population recovery and mitigation of potential infection risk*. Am J Infect Control, 2012. 40(10): p. 907-12.

16 Salgado, C.D., et al., *Copper surfaces reduce the rate of healthcare-acquired infections in the intensive care unit*. Infect Control Hosp Epidemiol, 2013. 34(5): p. 479-86.

17 Schmidt, M.G., et al., *Sustained reduction of microbial burden on common hospital surfaces through introduction of copper*. J Clin Microbiol, 2012. 50(7): p. 2217-23.

การใช้พื้นที่ที่มีคุณสมบัติการต่อต้านจุลชีพเหล่านี้และมีการทำความสะอาดที่เหมาะสม จะสร้างระบบในการแก้ไขปัญหาเรื่องการเสื่อมสภาพ การเกิดคราบไคล และกลิ่นไม่พึงประสงค์ของผลิตภัณฑ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ<sup>4</sup>

### ความปลอดภัยของเทคโนโลยีการต่อต้านจุลชีพที่มาพร้อมผลิตภัณฑ์

ความปลอดภัยของเทคโนโลยีการต่อต้านจุลชีพ มีการควบคุมโดยสำนักงานปกป้องสิ่งแวดล้อมสหรัฐ (Environmental Protection Agency - EPA) และแบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่

1. เทคโนโลยีการต่อต้านจุลชีพที่ต้องสัมผัสกับอาหาร
2. เทคโนโลยีการต่อต้านจุลชีพที่ไม่ต้องสัมผัสกับอาหาร

เมื่อกำหนดรูปแบบที่ต้องการใช้และลักษณะของการสัมผัสอาหารแล้ว สารฆ่าเชื้อโรคแต่ละชนิดจะถูกดำเนินการทดสอบด้วยชุดทดสอบต่าง ๆ ที่กำหนดไว้โดยข้อบัญญัติแห่งรัฐบาลกลางสหรัฐ (Code of Federal Regulation<sup>18-19</sup>) โดยในขั้นต้นแล้ว สารฆ่าเชื้อโรคจะต้องผ่านชุดการทดสอบในด้านสุขภาพของมนุษย์ที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งชุดการทดสอบนี้จะประเมินความสามารถของสารฆ่าเชื้อโรคที่ส่งผลต่อผิวหนัง ปอด การสืบพันธุ์ และระบบภูมิคุ้มกัน โดยสารฆ่าเชื้อโรคจะได้คะแนนจากการทดสอบแต่ละชุดและถูกจัดอันดับ เมื่อได้รับการจัดอันดับแล้ว บริษัทจะต้องปิดฉลากผลิตภัณฑ์เพื่อระบุถึงอันตรายต่อสุขภาพที่เกี่ยวข้องหากยังมีอยู่ในผลิตภัณฑ์ เมื่อพิจารณาจากผลลัพธ์ด้านความปลอดภัยและการใช้งานที่พึงประสงค์ สำนักงานปกป้องสิ่งแวดล้อมสหรัฐจะทำการตรวจสอบสถานที่ใช้งานที่เหมาะสม หลังจากนั้นจึงจะมอบอนุญาตให้แก่บริษัท

บริษัทที่จำหน่ายสารฆ่าเชื้อโรคต้องดำเนินการธุรกิจภายใต้กฎระเบียบของสำนักงานปกป้องสิ่งแวดล้อมสหรัฐ โดยสารต่อต้านเชื้อโรคที่มาพร้อมผลิตภัณฑ์จะมอบความปลอดภัยเพิ่มเติมเมื่อถูกห่อหุ้มอยู่ในผลิตภัณฑ์จนถึงมือผู้บริโภค เพื่อลดอัตราการสัมผัสกับสภาพแวดล้อมและบุคคลอื่น

การผลิตและการตลาดของผลิตภัณฑ์สารต้านจุลชีพจะถูกควบคุมอย่างเข้มงวดโดยสำนักงานปกป้องสิ่งแวดล้อมสหรัฐ ซึ่งมีกฎระเบียบของรัฐบาลกลางคอยกำกับดูแลในเรื่องนี้โดยเฉพาะ นั่นคือกฎหมายควบคุมการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชของสหรัฐ (Federal Insecticide, Fungicide and Rodenticide Act - FIFRA) ซึ่งมีอำนาจในการอนุมัติการใช้สารต้านจุลชีพเพื่อการถนอมรักษาผลิตภัณฑ์ การควบคุมกลิ่นไม่พึงประสงค์ และการป้องกันคราบไคลที่เกิดจากแบคทีเรียและเชื้อรา โดยบริษัทต่าง ๆ ไม่ได้ได้รับอนุญาตให้จำหน่ายผลิตภัณฑ์ที่มีการอวดอ้างสรรพคุณด้านสุขภาพ (อาทิ สามารถฆ่าเชื้อเอ็มอาร์เอสเอได้ถึง 99.9%) โดยบริษัทมีหน้าที่ต้องปฏิบัติตามกฎระเบียบเหล่านี้ เพราะไม่เช่นนั้นก็อาจเสี่ยงต่อการถูกปรับได้

เรื่องความปลอดภัยของสารต้านจุลชีพที่ใช้กันมาในอดีตได้ถูกตั้งคำถามเมื่อไม่นานมานี้ ซึ่งบริษัทที่ใช้เทคโนโลยีการต่อต้านจุลชีพในผลิตภัณฑ์ต่างเล็กใช้สารฆ่าเชื้อโรคเหล่านี้ไปแล้ว ทั้งดีบุก สารหนู และไตรโคซาน โดยหันมาใช้ทางเลือกใหม่ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่าซึ่งมีให้เลือกใช้มากมายในท้องตลาด ด้วยเหตุนี้ การประสานงานกับผู้ออกใบอนุญาตอย่างใกล้ชิดจึงมีความสำคัญในการบูรณาการเทคโนโลยีการต่อต้านจุลชีพเข้ากับผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรมให้ประสบความสำเร็จ

### ประสิทธิภาพของเทคโนโลยีการต่อต้านจุลชีพที่มาพร้อมผลิตภัณฑ์:

ประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์สารต้านจุลชีพต้องผ่านการพิสูจน์ตามกฎหมายควบคุมการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชของสหรัฐ บริษัทต้องมั่นใจว่าผลิตภัณฑ์ให้ผลลัพธ์ตามต้องการเมื่อใช้งานตามคำแนะนำบนฉลากกำกับ อีกทั้งบริษัทยังต้องจัดทำและรักษาข้อมูลการตรวจสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดที่สอดคล้องตามกฎหมายควบคุมการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชของสหรัฐ โดยสำนักงานปกป้องสิ่งแวดล้อมสหรัฐสามารถขอให้แสดงข้อมูลได้ทุกเวลา

สำหรับการพิสูจน์ประสิทธิภาพของสารต้านจุลชีพ ได้มีการพัฒนาระเบียบวิธีอันทรงประสิทธิภาพขึ้นโดยองค์การด้านการรับรองมาตรฐาน ทั้งในระดับสากลและระดับประเทศหลายแห่ง อาทิ:

1. องค์การมาตรฐานสากล หรือ International Standards Organization (ISO)
2. องค์การมาตรฐานและวิธีการทดสอบแห่งสหรัฐ หรือ American Standards and Test Methods (ASTM)
3. สมาคมนักทำสีและนักเคมีสิ่งทอแห่งสหรัฐ หรือ American Association of Textile Colorist and Chemists (AATCC)
4. องค์กรมาตรฐานผลิตภัณฑ์ญี่ปุ่น หรือ Japanese Embedded Standard (JIS)

ระเบียบวิธีได้ถูกจัดทำขึ้นโดยใช้ข้อมูลจากหลายกลุ่ม ซึ่งรวมถึงบริษัท ผู้ใช้งาน และผู้บริโภครวมไป โดยมีการจัดทำมาตรฐานทั่วไปขึ้นโดยใช้ข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน สำหรับมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับจุลชีพ นักจุลชีววิทยาจากสถาบันการศึกษาและอุตสาหกรรมได้ร่วมกันทำงานผ่านการพัฒนาขั้นตอน โดยแต่ละกลุ่มจะทำงานอย่างทุ่มเทเพื่อพัฒนาขั้นตอนต่าง ๆ ที่มีความรัดกุม ใช้งานได้ และ สามารถแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพการใช้งานจริง ขั้นตอนเหล่านี้จะผ่านวงจรการตรวจสอบอย่างเคร่งครัดซึ่งใช้เวลาหลายปีในการสร้างมาตรฐานขั้นสุดท้าย สำหรับนำไปใช้กับผลิตภัณฑ์อย่างแพร่หลาย

เนื่องจากการใช้สารต้านจุลชีพอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมหลายประเภท ทำให้องค์กรส่วนใหญ่มีกลุ่มทำงานซึ่งทุ่มเทเพื่อการพัฒนาขั้นตอนการทดสอบสำหรับสารต้านจุลชีพโดยเฉพาะ อาทิ AATCC, ASTM และ ISO ซึ่งมีการกำหนดระเบียบอย่างมีประสิทธิภาพด้วยตัวเองให้ครอบคลุมทั้งอุตสาหกรรม โดยมีขั้นตอนการตรวจสอบผลิตภัณฑ์กลุ่มเดียวกันและให้การรับรอง ซึ่งสามารถนำมาทำการตรวจสอบซ้ำได้ทั้งสำหรับคุณสมบัติการต่อต้านเชื้อโรคบนพื้นผิวและการถนอมรักษาผลิตภัณฑ์

ประสิทธิภาพนั้นไม่อาจจะระบุแน่ชัดได้จากการทดสอบเพียงรูปแบบเดียวที่ใช้ทดสอบทันทีหลังการผลิต เมื่อสารต้านจุลชีพถูกผสมเข้ากับผลิตภัณฑ์เพื่อการใช้งานแล้ว ผลิตภัณฑ์นั้นจะถูกนำมาทดสอบหลายครั้งเพื่อหาระดับความคงทนถาวร การทดสอบความคงทนถาวรจะเกี่ยวข้องกับการใช้งานจริงของผลิตภัณฑ์ อาทิ การผสมสารต้านจุลชีพกับสิ่งทอจะถูกจัดอันดับโดยพิจารณาจากความคงทนเมื่อผ่านการซักรีดในครัวเรือนด้วยสารซักฟอกที่มีจำหน่ายทั่วไปในท้องตลาด ส่วนการผสมสารต้านจุลชีพกับแผ่นรองตัดหรือเชียงจะวัดความคงทนถาวรจากการล้าง และวัดจากการขูดถูสำหรับปูนยาแนวซึ่งต้องสัมผัสกับความชื้นหลายรอบในแต่ละวัน ส่วนผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในบ้านมักจำเป็นต้องผ่านการตรวจสอบการทนทานต่อแสงอัลตราไวโอเล็ตเข้มข้นหลายรอบ เพื่อให้มั่นใจได้ว่าวัสดุจะไม่ได้รับผลกระทบและคุณสมบัติการต่อต้านจุลชีพจะยังคงมีประสิทธิภาพอยู่เช่นเดิม

#### **บทสรุป:**

คุณสมบัติการต่อต้านจุลชีพในผลิตภัณฑ์มีความสำคัญในการควบคุมการเสื่อมสภาพ การยืดอายุการใช้งาน และมอบชั้นการปกป้องเพิ่มเติมต่อความเสียหาย กลิ่นไม่พึงประสงค์ และคราบโคลนจากจุลชีพ เมื่อผสมเข้ากับเทคโนโลยีการฆ่าเชื้อโรค จะได้รูปแบบที่มีประสิทธิภาพในการทำความสะอาดและควบคุมจุลชีพ ซึ่งช่วยยืดอายุของผลิตภัณฑ์ได้ยาวนานยิ่งขึ้น

สินค้าและสิ่งของแต่ละชิ้นที่นำเข้ามาและติดตั้งภายในบ้านหรือสถานที่ทำงานถือเป็นการลงทุนอย่างหนึ่ง คุณสมบัติการต่อต้านจุลชีพในผลิตภัณฑ์จะช่วยสร้างความมั่นใจว่าการลงทุนของคุณจะได้รับการปกป้องจากภัยร้ายต่าง ๆ ที่มองไม่เห็นอย่างดียิ่ง

18 *General Considerations for Uses of Antimicrobial Agents*, E.P. Agency, Editor. 2012: file:///C:/Users/g Sloan/Downloads/EPA-HQOPPT-2009-0150-0019%20(1).pdf.

19 Office of Pesticide Programs, A.D., *Applicability of the Treated Articles Exemption to Antimicrobial Pesticides*, P.R.N.P. 2000-1, Editor. March 6, 2000: <https://www.epa.gov/pesticide-registration/prn-2000-1-applicability-treated-articles-exemption-antimicrobial-pesticides>.