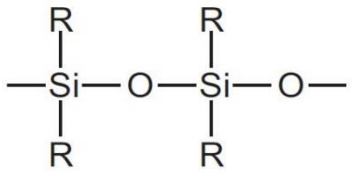
สารต้านจุลินทรีย์ในยาง

การใช้งานผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากยางที่ใช้ตามโรงพยาบาล บ้านเรือน หรือที่เกี่ยวข้องกับสุขอนามัย เช่น แผ่นยางรองพื้นสำหรับเด็กเล็ก อุปกรณ์ทางการแพทย์ หรือส่วนประกอบของอุปกรณ์ในอุตสาหกรรมผลิตอาหาร จำเป็นต้องระมัดระวังในเรื่องการสะสมของเชื้อโรค ความต้องการผลิตภัณฑ์ประเภทนี้โดยทั่วไปจะแปรผันตามจำนวนประชากรและปัญหาภาวะสุขภาพที่เกิดขึ้น ดังนั้นการศึกษาการผลิตผลิตภัณฑ์ยางที่สามารถยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ได้จึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจ

โดยทั่วไปแล้วอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่ทำจากยาง เช่น สายสวนปัสสาวะ (catheters) สายให้อาหาร (feeding tubes) สายฉีดน้ำตาลและน้ำเกลือเข้าเส้น (intra-venous giving-IVG-for saline and dextrose) จุกยางใช้ปิดขวดแก้ว/ปิดกระบอกน้ำเกลือหรือยาฉีด เป็นต้น ซึ่งยางซิลิโคนเป็นยางที่นิยมนำมาใช้ผลิตอุปกรณ์การแพทย์ เนื่องจากสมบัติของยางซิลิโคนมีความใส ยืดหยุ่นได้ดี สามารถใช้งานได้ในอุณหภูมิสูงหรืออุณหภูมิต่ำ (ขึ้นกับการเลือกชนิดของยางซิลิโคน) มีความเป็นพิษต่ำ จึงสามารถนำผลิตอุปกรณ์ได้หลากหลาย นอกจากนี้ยังมีผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับสุขอนามัยที่ผลิตจากยางธรรมชาติ เช่น แผ่นยางรองอุปกรณ์การแพทย์ แผ่นยางรองพื้นสำหรับเด็กเล็ก



รูปที่ 1 สูตรโครงสร้างของยางซิลิโคน

ดังนั้นการใช้งานอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่ต้องพึงระวังปัญหาในเรื่องการติดเชื้อจากการใช้อุปกรณ์การแพทย์บริเวณพื้นผิวที่อาจจะมีการสะสมของจุลินทรีย์หรือเชื้อแบคทีเรียต่างๆ ซึ่งจุลินทรีย์เหล่านี้เมื่อเกาะตามผิว จะมีการสร้างไบโอฟิล์ม (biofilm) ซึ่งเป็นสาเหตุนำไปสู่การติดเชื้อแก่ผู้ป่วยได้

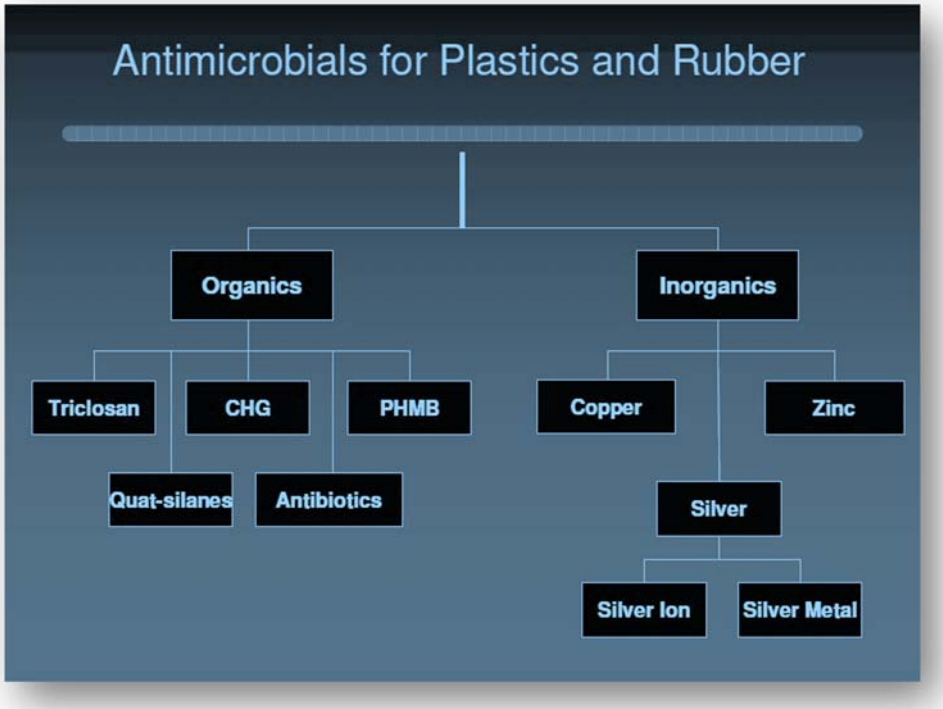
ไบโอฟิล์ม

ไบโอฟิล์ม คือ ร่างแหของจุลินทรีย์ที่ยึดเกาะอยู่บริเวณพื้นผิวของวัสดุในระบบที่มีน้ำ ทำหน้าที่ผลิตและดักจับสารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ และจุลินทรีย์ โดยทั่วไปแล้วจุลินทรีย์ที่พบในไบโอฟิล์มมีทั้งเชื้อรา แบคทีเรีย ไวรัส โปรโตซัว ซึ่งบางชนิดก่อให้เกิดโรคในคน การติดเชื้อจากการใช้อุปกรณ์ทางการแพทย์ เช่น การใช้สายสวนปัสสาวะ ท่อสำหรับสอดท่ออาหาร ท่อหายใจ สอดใส่เข้าไปในร่างการของผู้ป่วย เป็นต้น

การป้องกันหรือลดการเกิดไบโอฟิล์ม ได้แก่ 1. การใช้ยาปฏิชีวนะ (antibiotics) หรือยาต้านจุลินทรีย์ (antimicrobial) เคลือบบนอุปกรณ์ทางการแพทย์ 2. การใช้อนุภาคเงิน/อนุภาคนาโนเงินเคลือบบนพื้นผิว (silver coated) อุปกรณ์ทางการแพทย์ 3. การดัดแปรพื้นที่ผิวยาง

ชนิดของสารต้านจุลินทรีย์ (antimicrobials)

สารต้านจุลินทรีย์เป็นสารที่ช่วยยับยั้งการแพร่กระจายของเชื้อโรคที่เหมาะสำหรับผลิตภัณฑ์ที่ใช้ภายในบ้านหรือในโรงพยาบาล แบ่งได้เป็น 2 ชนิด ได้แก่ สารอินทรีย์ (organics) และสารอนินทรีย์ (inorganics)



รูปที่ 2 ชนิดสารต้านจุลินทรีย์

สารอินทรีย์

1. Triclosan (2,4, 4'-trichloro-2'-hydroxydiphenyl ether)
2. Cholorhexidine Gluconate (CHG)
3. Polyhaxamethylene Biguanide (PHMB)
4. Quat-silane
5. ยาปฏิชีวนะ (Antibiotics)
    - Nitrofuran
    - Spafloxacin
    - Rifampin/Rifampicin
    - Minocycline

สารอนินทรีย์

1. ทองแดง (copper) พื้นผิวทองแดงสามารถทำลายจุลินทรีย์ได้หลากหลาย เช่น *E. coli, Staphylococcus spp., Clostridium difficile*

2. ซิงก์ (zinc) อนุภาคนาโนซิงก์ออกไซด์สามารถเข้าไปยับยั้งเชื้อแบคทีเรียได้ทั้งแบคทีเรียแกรมบวกและแบคทีเรียแกรมลบ

3. เงิน (silver) ส่วนใหญ่แล้วการใช้งานจะอยู่ในรูปของสารละลาย โลหะเงินมีฤทธิ์ต่อต้านเชื้อจุลินทรีย์ อุปกรณ์ทางการแพทย์ เช่น ท่อสวนช่วยหายใจ (endotracheal breathing tubes) ที่เคลือบด้วยโลหะเงินจะลดการเกิดปอดบวม (pneumonia) ได้

การศึกษาการใช้สารต้านจุลินทรีย์ในยาง

- ยางซิลิโคน

www.bluestarsilicone.com

ปี พ.ศ. 2554 บริษัท Bluestar Silicones เปิดตัวการให้บริการผลิตซิลิโคนต้านเชื้อจุลินทรีย์ตามความต้องการของลูกค้า เป็นผลิตภัณฑ์ซิลิโคนที่ใช้ได้กับงานทุกประเภท ทางบริษัททำการวิจัยและพัฒนาสารต้านเชื้อจุลินทรีย์ทั้งแบบสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ เพื่อนำมาผสมกับซิลิโคนและทำให้ได้ซิลิโคนที่มีสมบัติต้านเชื้อแบคทีเรียโดยสมบัติของซิลิโคนไม่เสียไป สามารถผลิตซิลิโคนที่มีการใช้ที่เหมาะกับกลุ่มเป้าหมายในงานทางการแพทย์และสุขภาพ โดยสามารถนำไปผลิตเป็นท่อสวนและถุงน้ำเกลือ นอกจากนั้นยังสามารถใช้ในการผลิตสินค้าทั่วไป เช่น พื้นรองเท้า เป็นต้น

ปี พ.ศ. 2555 Kulnida Taptim, Narongrit Sombatsompop ศึกษาประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียในยางซิลิโคน ที่ใช้สารยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย 3 ชนิด 1) nano-Ag 2) Silver substituted zeolite compound (SSZ) 3) 2-hydroxypropyl-3-piperazinylquinolinecarboxylic acid methacrylate (HPQM) ที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 phr เพื่อทดสอบการยับยั้ง *Staphylococcus aureus (S. aureus) และ Escherichia coli (E. coli)* ทำการทดสอบ 21 วัน พบว่า ยางซิลิโคนที่ใช้สารยับยั้งเชื้อแบคทีเรียชนิด HPQM จะมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อได้ดีที่สุด

- ยางธรรมชาติ

ปี พ.ศ. 2551 ศิริลักษณ์ พุ่มประดับและคณะ จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้ศึกษาการเตรียมแผ่นฟิล์มยางธรรมชาติผสมอนุภาคนาโนเงิน เพื่อศึกษาประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus (S. aureus)* และ *Escherichia coli (E. coli)* และศึกษาสมบัติเชิงกลของแผ่นฟิล์มยางธรรมชาติ พบว่า ความเข้มข้นของอนุภาคนาโนในแผ่นฟิล์มยางธรรมชาติที่มากกว่า 10 ppm สามารถยับยั้งเชื้อ *S. aureus* และ *E. coli* ได้สูงถึง 99% และ 100% ภายในเวลา 1 ชั่วโมง 15 นาที และสมบัติเชิงกลของแผ่นฟิล์มยางธรรมชาติ เช่น ความทนต่อแรงดึง ความแข็ง สมบัติก่อนและหลังการบ่มเร่งให้สมบัติเชิงกลที่ดีขึ้นเมื่อใช้ความเข้มข้นของอนุภาคเงินในปริมาณที่สูงขึ้น

- ***ยางเทอร์โมพลาสติก***

ปี พ.ศ. 2560 สุพิชชา ส่งประสพ และคณะ จากมหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี ทำการศึกษาประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียและสมบัติเชิงกลของยางเทอร์โมพลาสติกวัลคาไนซ์ที่ผสมสารยับยั้งเชื้อแบคทีเรียชนิด HPQM ซึ่งยางเทอร์โมพลาสติกที่ทำการศึกษา คือ ยางอีพีดีเอ็มผสมกับพอลิโพรพิลีน โดยทำการศึกษาที่อัตราส่วนยางอีพีดีเอ็มต่อพอลิโพรพิลีน 0/100, 25/75, 50/50, 75/2 และปริมาณสารยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย HPQM บนสารดูดซับนิวซิลินที่ 0, 1250, 2500, 3750 และ 5000 ppm (part per million) แล้วทำการขึ้นรูปด้วยเครื่องอัด (compression molding) ผลการทดสอบพบว่า สมบัติเชิงกลของยางเทอร์โมพลาสติกมีค่าความทนต่อแรงดึง โมดุลัส มีค่าลดลงเมื่อสัดส่วนของยางอีพีดีเอ็มเพิ่มขึ้น และเมื่อทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียชนิด *E. Coli* ด้วยวิธีการนับจำนวนแบคทีเรีย พบว่ายางเทอร์โมพลาสติกที่ผสมสารยับยั้งเชื้อแบคทีเรียชนิด HPQM ในสารดูดซับนิวซิลินในปริมาณ 2500 ppm ในการทดสอบ 4 ชั่วโมง มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียชนิด *E. Coli* ได้ถึง 99.99%

นอกจากอุปกรณ์การแพทย์แล้ว ในปี พ.ศ. 2554 บริษัท Bytec Medical บริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์และเครื่องมือทางการแพทย์ ได้เปิดตัวคีย์บอร์ดแบบไร้สาย รุ่น Medi-Key เป็นคีย์บอร์ดที่มีการผสมสารต้านจุลินทรีย์ (antimicrobial additives) ซึ่งเป็นคีย์บอร์ดที่ออกแบบเพื่อใช้งานในสถานที่ปลอดเชื้อ และมีการใส่โปรแกรมเพื่อให้คีย์บอร์ดส่งสัญญาณเตือนผู้ใช้เมื่อถึงเวลาต้องทำความสะอาด และมีโหมด Disinfect ซึ่งผู้ใช้งานไม่จำเป็นต้องปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ระหว่างการทำความสะอาดคีย์บอร์ด นอกจากนั้นบริษัท Bytec Medical ยังได้ผลิตกระดาษเช็ดคีย์บอร์ดรุ่น IP65 สำหรับทำความสะอาดคีย์บอร์ด Medi-Key ซึ่งกระดาษนี้มีการผสมสารต้านจุลินทรีย์ Biomaster ซึ่ง Biomaster สามารถระงับการเจริญเติบโตของเชื้อ *MRSA, E.Coli, Salmonella, Listeria, Campylobacter* และแบคทีเรียอื่นๆ อีก 50 ชนิดได้มากถึง 99.99%

เอกสารอ้างอิง

1. สุพิชชา ส่งประสพ และคณะ. คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. การประชุมผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ระดับชาติและนานาชาติ 2560 มหาวิทยาลัยขอนแก่น
2. ศิริลักษณ์ พุ่มประดับและคณะ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. โครงการแผ่นฟิล์มยางธรรมชาติเติมด้วยอนุภาคนาโนเงิน. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. 2551
3. http://plastic.oie.go.th/ReadArticle.aspx?id=4859
4. http://www.rubberworld.com/newsweek.asp?id=25158&date
5. Kulnida Taptim, Narongrit Sombatsompop Antimicrobial performance and the cure and mechanical properties of peroxide-cured silicone rubber compounds