УДК.687.17:620.17

ВИЗНАЧЕННЯ АНТИБАКТЕРІАЛЬНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ПІДКЛАДКИ ВЗУТТЯ

Н.П. СУПРУН, Г.В. ТАРАСЕНКО, Г.В. ЩУЦЬКА, Т.О. ЯКУБОВСЬКА

Київський національний університет технологій та дизайну

У статті розглянуто питання визначення антибактеріальних властивостей текстильних матеріалів. Проведено визначення антимікробної активності бавовняних трикотажних полотен, пофарбованих барвниками, які мають бактерицидну дію – брильянтового зеленого, фуксину та метиленового синього

Текстильні матеріали, що використовуються в якості підкладкових для деталей верху взуття, для забезпечення високих гігієнічних властивостей, як правило, виготовляються на основі текстильних волокон природнього походження, рослинних або тваринних. Їх висока здатність сорбувати пароподібну та краплинно-рідку вологу із внутрішньовзуттєвого простору гарантує комфортність взуття у період експлуатації. Одночасно, вони представляють собою виключно сприятливе середовище для росту бактерій на поверхні самого матеріалу і на шкірі ніг. Матеріали внутрішніх деталей взуття постійно контактують з мікроорганізмами, що знаходяться як на тілі людини, так і у оточуючому середовищі, а піт, який активно виділяється стопою, підтримує їх життєдіяльність та сприяє активному розмноженню. Як показали дослідження [1], більшість мікроорганізмів на текстилі виникають або завдяки контакту безпосередньо із шкірою людини, або переносяться з потом. При високій вологості вони душе швидко розмножуються, викликаючи знебарвлення матеріалів, виникнення стійкого запаху поту, а інколи провокують шкіряні подразнення та хвороби. Саме тому в останні роки все більша увага приділяється проблемі надання текстильним матеріалам антибактеріальних властивостей. Наявність антибактеріальної обробки у сучасних виробах, які мають прямий контакт з тілом людини, вважається вагомою перевагою, яка значно збільшує комфортність у споживанні за рахунок здатності матеріалів нейтралізувати запах поту або попереджувати виникнення дерматитів.

Об'єкти та методи дослідження

Для досліджень здатності текстильних матеріалів, які використовуються в якості внутрішніх деталей взуття, набувати бактерицидних властивостей, були обрані зразки бавовняного трикотажного полотна кулірного переплетення з поверхневою густиною 109 г/м^2, щільністю в'язання 90 (по горизонталі) і 150 (по вертикалі). В якості барвників, які мають бактерицидні властивості, були використані брильянтовий зелений, фуксин та метиленовий синій. Режими фарбування було обрані, згідно рекомендацій [2].

Постановка завдання

Метою даного дослідження є порівняльний аналіз антибактеріальних властивостей підкладкових взуттєвих тканин, пофарбованих барвниками, які пригнічують діяльність мікроорганізмів.

Результати та їх обговорення

Для визначення наявності антибактеріальної активності текстилю в світі існують різні міжнародні стандарти, в яких реалізовано два основних принципу – якісний аналіз проводиться за тестом на агаровій пластині, кількісний аналіз базується на динамічних тестах. В першому випадку отримують якісний результат, який свідчить про те, чи придушує досліджуваний матеріал зростання колоній

бактерій і, дуже орієнтовно, в якому ступені. Кількісні результати отримують за розрахунком кількості CFU (colony forming units) – одиниць бактерій, які створюють колонії, або за визначенням у відсотках зниження цих одиниць

Тест на агаровій площині, що використовується для визначення як антибактеріальних, так і фунгіцидних властивостей, базується на визначенні здатності до дифузії антимікробного агента. Зразок текстилю розміщують на агарову поверхню із привитими тестовими мікроорганізмами, які починають зростати. Коли проходить інкубаційний період, досліджується поверхня пластини із зразком. Як правило, отримуються три типи результатів: 1) якщо поверхня зразка заростає колоніями бактерій, матеріал не має антимікробних властивостей; 2) якщо поверхня зразка не заростає колоніями бактерій, але відсутня зона пригнічування, матеріал має помірні антимікробні властивості, 3) якщо поверхня зразка не заростає колоніями бактерій і є зона пригнічування, матеріал має хороші антимікробні властивості.

При проведенні тестів на агаровій пластині найчастіше користуються вимогами наступних міжнародних стандартів: EN ISO 20645, AATCC 147 JIS-L 1902:2002 [3–5]. Найчастіше для проведення стандартного визначення на агаровій пластині використовують бактерії Staphylococcus Aureus, Escherichia Coli і Klebsiella Pneumoniae, однак стандартами дозволено використовувати, за бажанням, і інші види бактерій. Інколи зразки демонструють хорошу антибактеріальну активність тільки після «попередньої обробки» шляхом делікатного зіскоблювання або притирання для того, щоб антимікробний агент зміг легко проникнути до поверхні. Така обробка добре імітує поведінку матеріалу при експлуатації. Як відзначалося [6], метод агарової пластини дає дуже хороший результат (тобто, демонструє створення зони пригнічування навкруги зразка), якщо антибактеріальний агент має змогу легко мігрувати із зразка текстилю. Із-за своєї простоти цей метод використовується як перший базовий, надаючи інформацію про те, чи має зразок будь-який антибактеріальний ефект. Якщо результат позитивний, надалі можна використовувати метод динамічного тестування.

Метод кількісного динамічного аналізу відображає кількість одиниць, які створюють колонії (CFU). Під час тестування маленький зразок текстилю розрізається на тонкі частини і розміщується у приготовленому бактеріальному розчині певної концентрації. Потім розчин із зразком певний час піддається струшуванню для більш повного контакту між компонентами. Після цього невелика частина розчину розміщується на агарову пластину, на якій починається створення колоній круглої форми. Потім колонії рахуються і їх кількість представляє базу для результатів тесту, що, як правило, виражаються у відсотках зниження кількості бактерій у розчині від досліджуваного зразка текстилю. Точність таких вимірів обмежується максимальною кількістю колоній, які можна чітко розпізнати на агаровій поверхні як окремі кола, що не з’єдналися між собою. Як правило, така критична кількість складає біля 300 колоній. З іншого боку, надто мала кількість колоній (менше 15), теж небажана із-за високих відхилень результатів мікробіологічних тестів. Для того, щоб розрахувати правильну кількість CFU, роблять декілька різних розведень, взятих із колби після розтрушування, і всі їх поміщують у агарові пластини. Як і у випадку визначень за методом агарової пластини, найчастіше використовують Staphylococcus Aureus, Escherichia Coli і Klebsiella Pneumoniae бактерії, при тому, що стандартами дозволяється для певних визначень використовувати і інші бактерії. Найбільш використовуваними стандартами при цьому методі досліджень є AATCC 100 та ASTM E 2149 -01 [7,8]. Результати тестування за даним методом не так сильно залежать від здатності агентів до міграції, як при методі агарової пластини і він може

надавати більш точну інформацію щодо рівня антибактеріальної активності. Таким чином, обидва описаних методи характеризують антибактеріальні властивості текстилю і можуть бути використані в залежності від конкретної необхідної мети досліджень.

Відомо, що деякі барвники мають спорідненість до окремих частин мікробної клітини, впливають на проникність клітинних мембран, порушують осмотичні властивості, викликають лізис. Особливістю протимікробної дії барвників є певна вибірковість дії на окремі групи мікроорганізмів. Барвники пригнічують активність ферменту каталази, синтез галактозидази, пеніцилінази. З появою анілінових барвників, які мали антисептичну та антипаразитарну дію, таких як метиленовий синій, бриліантовий зелений та інші, їх почали широко застосовувати для лікування стрепто- та стафілодермій, а також для лікування деяких грибкових захворювань.

Брильянтовий зелений та фуксин за хімічною будовою є похідними трифеніламіну. У медичній практиці 1%-ий спиртовий розчин брильянтового зеленого застосовується як антисептичний засіб для зовнішнього та місцевого застосування, що проявляє високу антимікробну активність відносно золотистого стафілокока, збудника дифтерії та інших грампозитивних бактерій. Препарат активний відносно грампозитивних бактерій, на грамнегативні та кислотостійкі бактерії не впливає.

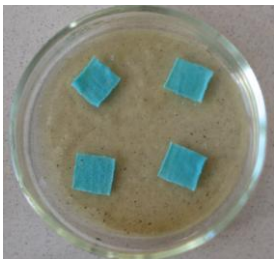
Фуксин входить до складу препарату резорцин, що застосовується для профілактики та лікування захворювань шкіри та слизових оболонок інфекційними збудниками.

Метиленовий синій належить до антисептичних засобів-барвників, в основі механізму антисептичної дії метиленового синього лежить його здатність реагувати з певними кислими або основними групами речовин грампозитивних бактеріальних клітин, а також із мукополісахаридами та білками з утворенням малорозчинних і повільно іонізуючих комплексів.

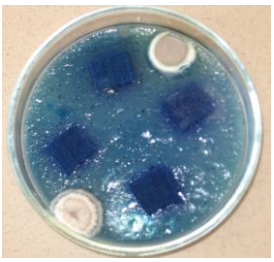
Вивчення антимікробної активності оброблених вищевказаними барвниками текстильних матеріалів проводилося по відношенню до штамів грампозитивних бактерій *Staphylococcus aureus* та *Bacillus subtilis* за методом «суцільного газону» на щільному середовищі – м'ясо-пептонному агарі.

Оброблені зразки трикотажних полотен (розміром 2х2 см), поміщали на чашки Петрі з живильним агаром, який було контаміновано тест-мікроорганізмами (106 м.к./мл) (м.к. – мікроколонія). Чашки з агаром культивували у термостаті при температурі 37^0С протягом 24–48 год. Контрольним зразком були зразки необробленого трикотажу. Оцінка якості антимікробної обробки досліджуваних зразків проводилася за визначенням величини затримки росту мікроорганізмів на живильному агарі навколо зразка, а саме вимірюванням відстані від краю границі росту мікроорганізму (мм). Показник ефективності – зона затримки не менше 4 мм.

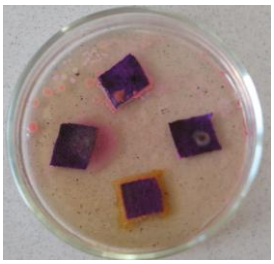
Проведеними дослідженнями було встановлено, що зона затримки росту мікроорганізмів більше ніж 4 мм, спостерігалася для зразків оброблених брильянтовим зеленим (Рис. *а*) та метиленовим синім (Рис. *б*). Це свідчить про їхню здатність проявляти достатньо високу антимікробну активність по відношенню до грампозитивних мікроорганізмів. Для зразку, обробленого фуксином (Рис. *в*), зону затримки мікроорганізмів не виявлено, ріст мікроорганізмів встановлено як на поверхні, так і навколо досліджуваного матеріалу, що свідчить про відсутність здатності даного барвника проявляти антимікробні властивості.



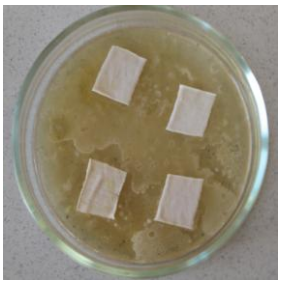
***а* – зразок, оброблений брильянтовим зеленим**



***б* – зразок, оброблений метиленовим синім**



***в* – зразок, оброблений фуксином**



***г* – зразок, вихідний, необроблений**

Фото зразків в чашках з агаровим середовищем після 48 годин витримування при температурі 37^0 С

Висновки

Проведений огляд існуючих міжнародних стандартів показав, що метод агарової пластини дає чітку якісну характеристику антибактеріальних властивостей текстилю. Порівняльний аналіз результатів, отриманих за цим методом, для зразків бавовняного полотна, пофарбованого барвниками, що мають бактерицидну дію, свідчить про те, що зразки, пофарбовані брильянтовим зеленим та метиленовим синім проявляють достатньо високу антимікробну активність по відношенню до грампозитивних мікроорганізмів. Для зразку, обробленого фуксином, зону затримки мікроорганізмів не виявлено.

ЛІТЕРАТУРА

1. Teufel L., Scuster k., Redl B. Bacteria at the interface of textiles ans skin. Proceedings of the 46-th Man-made fibers Congress. – Dornbirn. 19 – 21 September. 2007.
2. Кричевский Г.Е. Химическая технология текстильных материалов: у 3-х т. – М: РосЗИТЛП, 2001.
3. EN ISO 20645. Textele fabrics – Determination of antibacterial activity – Agar diffusion plate test.
4. AATCC 147. Antibacterial activity assessment of textile materials: parallel streak method.
5. JIS-L 1902:2002. Testing for antibacterial activity and efficacy of textile products.
6. Benezovsky P., Hudcova M. Method for testing of antibacterial activity of textile //6ht Central Euorpean conference. Bratislava. September 2010.
7. AATCC 100. Antibacterial finishes on textile materials.
8. ASTM E 2149 -01. Standart test method for determining of antibacterial activity of immobilized antibacterial agents under dynamic conditions.

Надійшла 21.03.2012