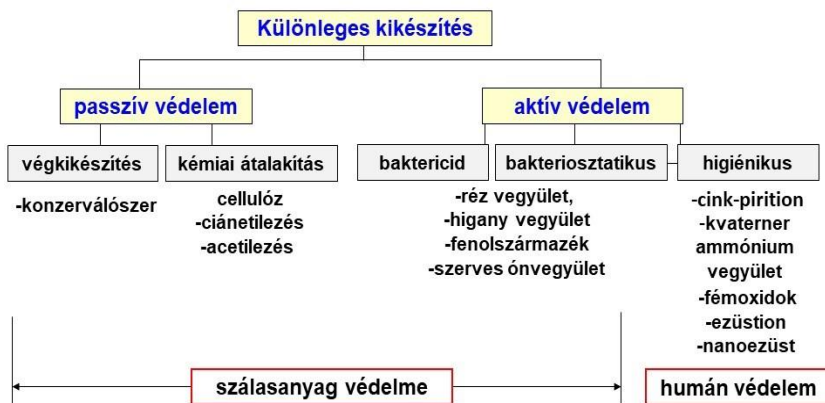


Antimikrobiális képességű lakossági textiltermékek

Kutasi Csaba

Az antimikrobiális végkikészítésű textíliák (főként ágynemű termékek) iránti érdeklődés – különös tekintettel az anitvirális képességű, az emberi testtel érintkező termékekre – megnövekedett, amit a Covid-19 vírus okozta járvány mutánsai miatt bekövetkezett újabb hullámok még fokoztak. A gyártókat és a fogyasztókat egyaránt érinti a korrekt tájékoztatás, miután sok ügyeskedő is megjelent a piacon.

A mikroorganizmusok (mikrobák) szabadszemmel nem látható sejtes élőlények, amelyek baktériumok, archaeák (baktériumokhoz hasonló egysejtű, sejtmag nélküli szervezetek), protozoonok (egysejtű élőlények az emésztőrendszerben) gombák és vírusok lehetnek. Mindegyiknek jellegzetes a sejtösszetétele, morfológiája, mozgása és szaporodása.

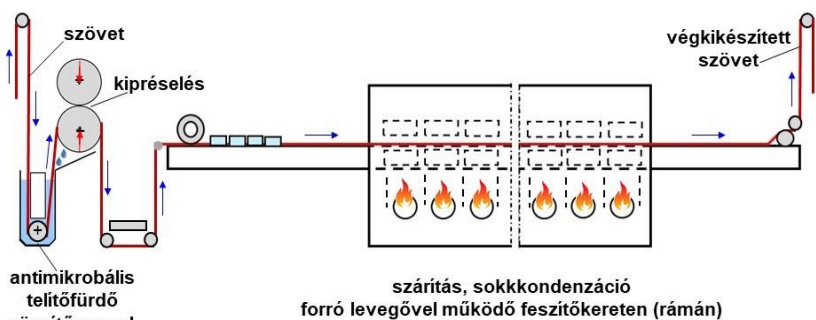


Az antimikrobiális kikészítések fajtái

1. ábra

Az antimikrobiális aktív textilkikészítések közé tartoznak többek között a higiénikus hatású eljárások, amelyek az emberi szervezetre káros, patogén mikroorganizmusok (baktériumok, vírusok, gombák) terjedést gátolják, ill. elpusztítják. Ezt a képességet egyrészt a mesterséges szálakba beépített hatóanyag-részecskékkel, továbbá utókezelésekkel (pl. kelmére történő felvitellel, ill. esetleg az alkalmas szálasanyagok ojtásával) lehet elérni. Legelterjedtebb az a technológia, aminek során a textíliára felvitt és rögzített

Az antimikrobiális textilkikészítések jelentősége a szintetikus szálak 1950-es évektől növekvő elterjedésével kerültek előtérbe, miután pl. a vonatkozó pamuttermékek esetében alkalmazott 90–95 °C-os mosás helyett a 40–60 °C-on végzett tisztító kezelés nem tette lehetővé a baktériumok, vírusok, gombák hatékony elpusztítását. Ezek a különleges kikészítések csoportjába tartozó eljárások részben az egyes, természetes eredetű szálasanyagok rothadását okozó mikroorganizmusok (pl. penészgomba) ellen védenek, másrészt humán jellegű védelmet és komfortot (esetleg szagtalanítás) valósítanak meg (1. ábra).



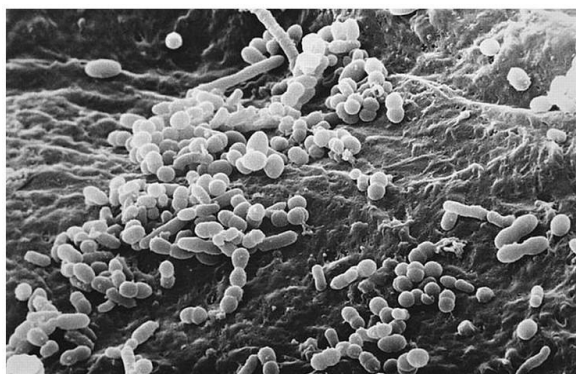
Az antimikrobiális végkikészítés elve

2. ábra

Az antimikrobiális képességű textíliák főbb hatóanyagai

A higiénikus végkikészítési eljáráshoz csak olyan szerek lehetnek alkalmasak, amelyek az emberi bőrön helyhez kötött mikroflóra egyensúlyát nem befolyásolják, különben bőrkárosodás következik be. Az emberi bőr kb. 1,8 m² területén jelentős mikrobiális flóra (mikrobiom) működik. A különböző testtájakon

hatóanyag a patogén mikroorganizmusok hatását csökkenti, vagy életterületet tönkre teszi. A vírusaktivitást, általában morfológiai változások vagy a vírus felszíni fehérjének szerkezeti károsodása révén lehet elkerülni. A baktériumellenes hatás a mikrobák fejlődésének akadályozásával (bakteriosztatikus hatás), vagy baktériumok elpusztításával (baktericid kikészítés) érhető el, természetesen olyan segédanyagokkal, amelyek az emberi szervezetre ártalmatlanok. Az aktív textilkikészítések egyik fajtája az ún. higiénikus végkikészítési eljárás (2. ábra).



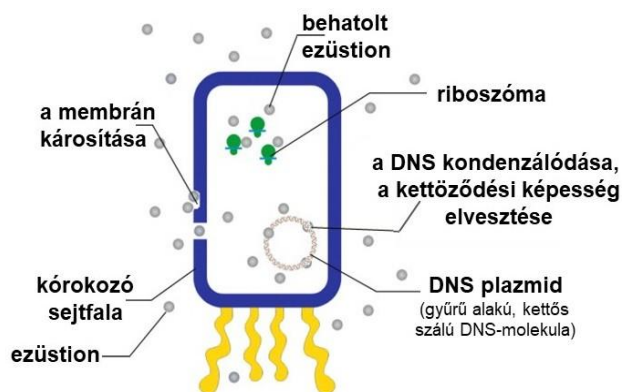
Pásztázó elektronmikroszkóppal készült felvétel az emberi bőrről és annak mikroflórájáról

3. ábra

polivinil-acetát, poliakrilát) alkalmaznak. A szálhoz rögzített kikészítőszer bizonyos ciklusszámú mosásállóságot biztosít (4. ábra).

A *cink-pirition* (a cink koordinációs komplexe) alapú hatóanyagok régebb óta ismertek. A kristályos cink-piritionban a cink két kén- és oxigén centrumhoz kötődik. A centroszimmetrikus dimer vegyület a cink-oxid kötés hasítása révén disszociál, egyéb képességek mellett antibakteriális tulajdonságokkal is rendelkezik. A cink-piritionnal ellátott textíliák bakteriostatikusan hatásukkal gátolják a baktériumsejtek osztódását és védenek szagokat okozó mikroorganizmusoktól is (5. ábra).

További *fémoxidokat*, mint pl. titán-dioxid, réz-oxid is használtak antimikrobiális hatóanyagokként. Ezek a fémoxidok reaktív oxigént (ROS) szabadíthatnak fel, amelyek UV sugárzás hatására aktívak, vagy akár külső stimuláció nélkül is hatnak. Így a mikrobákat az érintkezés nélkül képesek elpusztítani.

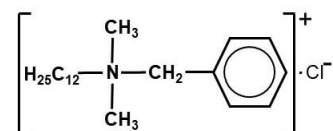


Az ezüstion kórokozót pusztító hatása

6. ábra

jól elkülönülő mikroorganizmusok élnek a viszonylag egységes humán populáción belül, igaz eltérő különbségek is előfordulnak az emberek között. A különböző bőrterületeken fennálló fizikokémiai különbségek, a bőrfüggelékhez tartozó faggyú- és verejtékmirigyek is befolyásoló tényezők (a mikroflóra nemcsak bőr felszínére korlátozódik, jelentős előfordulás van pl. a faggyúmirigy tüszőkben). Ezen kívül az egyén életkora is erősen befolyásolja a bőr mikrobiomját. Az emberi bőr tápanyagokkal látja el a mikrobiális flórát, amelyek cserébe védelmet nyújtanak (3. ábra).

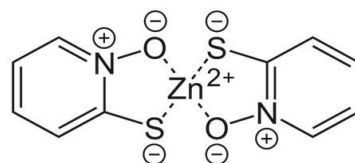
Többek között *kvaterner ammóniumvegyületek* képezik a higiénikus segédanyagokat. A kikészítés során különböző térhálósító vegyületeket (leegyszerűsítve: alkalmas műgyantákat) és különböző műanyag-diszperziókat (pl.



dodecil-dimetil-benzil-ammónium-klorid

Példa egy higiénikus kikészítést biztosító kvaterner ammóniumvegyületre

4. ábra



A cink-pirition hatóanyag szerkezete

5. ábra

A különböző mesterséges szálakba *nanoezüst* (AgNPs) részecskék (NPs – nano-particles) is beépíthetők. A korszerű antimikrobiális textilkikészítéset parányi, kolloidális- ill. nanoméretű ezüst-részecskék felvitelével végzik. Ennek során ügyelni kell arra, hogy a túlzottan kisméretűek bekerülhetnek az emberi szervezetbe, ami káros. Pl. ezüst-klorid, ezüst-nitrát tartalmú hatóanyagot telítéssel viszik fel rögzítő- és lágyító segédanyaggal a textilanyagra (szövött, kötött, nemszött kelme), majd szárítás utáni hőkezeléssel alakítják ki többszöri a mosásnál is megmaradó hatást. Az ezüstion kölcsönhatásba kerül a kórokozó külső rétegével, a sejtfalon bemélyedéseket alakít ki, a membrán polaritásának megváltoztatása és a transzportfehérjékkel való reakció károsodásukhoz vezet. Így a kórokozó nem jut oxigénhez és elpusztul (6. ábra).

Ágyneműhuzat gyártási lehetőségek hazánkban

A magyarországi textilkikészítő nagyüzemek teljes leépülésével a lakossági fogyasztásra kerülő – ill. akár a hazai egészségügyi rendeltetésű – ágyneműhuzatok hazai gyártású méteráru-alapanyaganyag bázisa megszűnt, néhány kis volumenben teljesítő vállalkozásunk nem biztosít meghatározó továbbfeldolgozási lehetőséget. A nálunk ágynemű-konfekcionálással foglalkozó vállalkozások importból szerzik be a megfelelő alapkikészítettségű (fehér, egyszínű, mintás) kelméket, beleértve a hagyományos (nem mosásálló hatások, pl. merevítés, simító kalanderezés stb.) és különleges képességű antimikrobiális (pl. antivirális, antibakteriális) végkikészítéssel ellátott alapanyagokat.

A külföldi beszállítóktól származó – pl. a méterárualapanyagokra vonatkozó, a gyártó által megfelelően tanúsított minőségi jellemzők – az előállítási láncban elfogadottnak tekintendők, külön szakvéleményezést a késztermékek a gyakorlatban nem igényelnek.

Szabályozási törekvések az antimikrobiális képességű textiltermékekre

Általánosságban a *biocid termékekre vonatkozó rendelet* (BPR, 528/2012/EU) foglalkozik részben a textíliák forgalmazásával és felhasználásával is. Ennek célja a biocid termékek piaca működésének javítása az Európai Unióban, egyúttal biztosítva az emberek és a környezet magas szintű védelmét. A biocid termékeket többek között az emberek káros mikroorganizmusokkal (pl. élősködőkkel vagy baktériumokkal) szembeni védelmére használják, amit a biocid termékben lévő hatóanyag tesz lehetővé.

A biocid terméket forgalomba hozatal előtt engedélyeztetni kell és az adott biocid termékben lévő hatóanyagot előzetesen jóvá kell hagyatni. Kivételek pl. az olyan hatóanyagtartalmú biocid termékek, amelyek már forgalomba hozhatók addig is, amíg a jóváhagyásra vonatkozó végső határozat megszületik.

Az 528/2012/EU rendelet XIII. fejezet 58. cikk (3) szerint a biocid tulajdonságokkal bíró, ilyen kezeléssel árucikk forgalomba hozatalakor a címkén többek között szerepelnie kell a következőknek:

- nyilatkozat, hogy a kezelt árucikk biocid termékeket tartalmaz,
- a kezelt árucikknek tulajdonított biocid tulajdonság rövid kifejtése,
- a biocid termékekben található valamennyi hatóanyag megnevezése.

(Az orvostechikai eszközökkel kapcsolatos felhasználású termékekre nem terjed ki ez a rendelet, ugyanakkor a lakossági fogyasztásra készült ágyneműk természetesen nem tartoznak ebbe a kategóriába.)

A vírusellenes kikészítéssel rendelkező ágyneműk vonatkozásában *iparági követelmények* nem ismeretek.

Két olyan *szabvány* áll rendelkezésre, amely az antimikrobiális (antivirális-, ill. antibakteriális) képességgel rendelkező textíliákkal kapcsolatos. Fontos megjegyzés, hogy a szabványok általánosságban nem kötelező alkalmazásúak, önkéntesen érvényesíthetők. A piaci szabályozású textiltermékek – pl. lakossági ágynemű stb. – esetében így kell eljárni.

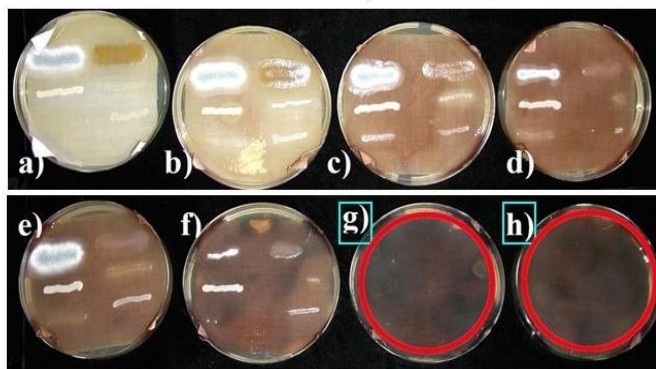
A szabványokat tekintve egyrészt az *ISO 18184:2019 Textiles – Determination of antiviral activity of textile products* (*Textíliák – A textiltermékek vírusellenes aktivitásának meghatározása*) tartozik ebbe a körbe.

Eszerint a vírusellenes textiltermékek olyan textíliák, amelyek képesek csökkenteni a kelme felületével érintkező fertőző vírusrészecskék számát (mennyiségi vizsgálati módszer termékek vírusellenes hatásának értékelésére; fertőző vírus titer meghatározás). Az így biztosított információkkal az összes érdekelt fél (pl. fogyasztók, gyártók, kereskedők)

megismerheti a vírusellenes textiltermékek teljesítményét. Ebben a dokumentumban két módszer létezik a fertőző vírusok számszerűsítésére. Az alkalmazott módszert az egyes vizsgálóintézetek tapasztalatai és berendezkedése alapján lehet kiválasztani. A vírusellenes aktivitás bármely anyag (kémiai vagy más) tulajdonsága, amely a virionszerkezet egyik elemének módosítását okozza, miszerint az utóbbi képtelen reprodukálni. A hatás a gazdasejtek morfológiai változásaként, vagy megsemmisüléseként jelenik meg (a vírus fertőzőképességének titere a sejtlizátumban vagy a vírususzuspenzióban térfogategységben jelen lévő fertőző vírusrészecskék száma területe egyrétegű sejtenyészeten) (7. ábra).

Másrészt az *MSZ EN ISO 20743: 2013 Textíliák. A baktériumölő kikészítésű termékek baktériumölő hatásának meghatározása* (Textiles. Determination of anti-

steril minták Petri-csészékbe helyezése, táptalaj rétegezés, mikroba feloltás, inkubálás



a.) fehér pamutszövet kikészítés nélkül

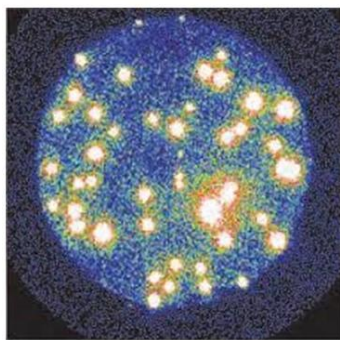
b.)- h.) különböző koncentrációval ezüstözött pamutszövetek

g.)- h.) mintáknál nem képződtek telepek: antibakteriális képesség

Antimikrobiális tesztek eredményei

7. ábra

bacterial activity of textile product) kvantitatív vizsgálati módszereket rögzít minden antibakteriális textiltermék aktivitásának meghatározására, beleértve a nemszőtt anyagokat is. A szabvány szerinti vizsgálat ágyneműkre is alkalmazható, függetlenül az alkalmazott antimikrobiális hatóanyag típusától az alkalmazás módjától.



Baktériumok mennyiségi meghatározása biolumineszcenciával

8. ábra

A mikroorganizmusokkal szembeni aktivitás meghatározásához ajánlott módszerek:

- *abszorpciós módszer*: olyan értékelési módszer, amelyben a vizsgált baktérium szuszpenziót közvetlenül a mintákra oltják,
- *transzfer módszer*: olyan értékelési módszer, amelyben a vizsgált baktériumokat agarlemezre (agaragar: tengeri nyert poliszacharid-keverék táptalajként) helyezzük és a mintákra visszük,
- *nyomtatási módszer*: olyan értékelési módszer, amelyben a tesztbaktériumokat szűrőre helyezzük és a mintákra nyomtatják. A baktériumok számának mérésére az ATP (adenozin-trifoszfát) lumineszcenciás módszert alkalmazzák, a biokémiai reakció során a luciferin-luciferáz enzimpreparátum hatására lebomlik, miközben biolumineszcencia (fénykibocsátás) történik (8. ábra).

(Ismereteink szerint hazánkban és közvetlen környezetünkben ilyen vizsgálatra szakosodott textilipari szakintézet nincs, fertőző betegségekre specializálódott orvosi biotechnológiai laboratórium lehet erre alkalmas.)

A vírusellenes kikészítéssel rendelkező, lakossági fogyasztásra készült ágyneműkre vonatkozó, *termékspecifikus jogszabályi előírás nincs* (piaci szabályozású termékek).

A speciális kikészítés hatásossága

A mesterséges szálakba beépített hatóanyag-részecskékkel kialakított antimikrobiális képesség esetén a hatás használati időtartama jelentős. Az utókezelésekkel elért mikrobák elleni védelemnél már korlátozott az aktivitás. Az egyes, pl. antivirális textilkikészítő segédanyagokat gyártóknál elterjedt gyakorlat, hogy a megrendelő által igényelt 30–40-szeres mosásra állítják be a hatókéesség tartamát. Ők sem sejtenyésztéses stb. módszerrel kontrollálják a védőkéességét, hanem a hatóanyag mennyiségét mérik műszeres analitikával a textilanyagon, a mosási ciklussorozat során.

Az antimikrobiális képességgel ellátott textiltermékek esetében a fogyasztói tájékoztatást nyújtó címkén – az 528/2012/EU „biocid” rendelet XIII. fejezetében kikötött információk mellett – fel kell tüntetni, hogy hányiszori mosási ciklusig őrzi meg hatásosságát.

Természetesen a termék papír alapú, ill. bevarrt szalagcímkején szerepelni kell a pontos textilalapanyagra vonatkozó nyersanyag-összetételnek, a megengedett kezelési jelképsornak, szükség esetén a piktogramokkal nem kifejezhető műveletek szöveges magyarázatának. Különösen fontos a mosási körülmények precíz megadása (maximális mosási hőmérséklet, kíméletes vagy nagyon kíméletes – a teknő/kád jelkép egyszeri, vagy két párhuzamos vonalú aláhúzása – kezelés], a kémiai fehéríthetőség, a szárítás (forgódobos gépi szárítás alacsony, vagy normál hőmérsékletű programmal; természetes szárítás körülménye), a vasalhatóság (talphőmérséklet, gőzölhetőség), ill. az esetleges vegytisztíthatóság módjának ismertetése.

Felhasznált irodalom

- Kís-Csitári Judit: Antibakteriális textiliák előállítása ezüst nanorészecskék felhasználásával. Magyar Textiltechnika, 2010/1
- 528/2012/EU rendelet
- ISO 18184:2019 Textiles – Determination of antiviral activity of textile products
- MSZ EN ISO 20743: 2013 Textiliák. A baktériumölő kikészítésű termékek baktériumölő hatásának meghatározása
- https://www.coatingsworld.com/buyersguide/profile/polymore/view_new-generation-of-antimicrobial-materials-germ-armor-/
- <https://hu.wikipedia.org/wiki/Biolumineszcencia>