

A COVID-19 koronavírus elleni védelem textiles szemmel

Kutasi Csaba

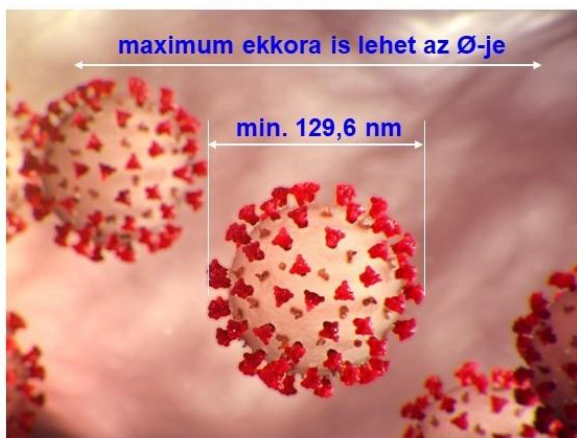
A COVID-19 pandémia – egy új humán koronavírus fertőzés miatt – 2019 decemberében kitört járvány, amely sajnálatosan világbetegséggé vált. A fertőzés elleni védelemben a speciális textiliák és a belőlük készült termékek előállításának igénye érthetően drasztikusan megnőtt. Az arcvédő maszkok lakosság részéről megjelenő tömeges kereslete kihívást jelentett a gyártók, forgalmazók számára. Az egyes, szerkezetük révén optimális szűrőképességgel rendelkező nemszótt kelmék, valamint az innovatív – és akár antivirális képességű – nanoszálak textilfelületek fokozottan előtérbe kerültek.

A koronavírus gyűjtőnév a Coronaviridae család egyik alcsaládjába tartozó fajok általános elnevezéséből ered, amelyek a lipidburkos RNS-vírusok közé tartozik (amelynek fehérjeburka ribonukleinsavat vesz körül) (1. ábra). Elektronmikroszkópos képük alapján kapták nevüket, miután a burokba ágyazott fehérjetűskék a Nap koronájához (corona) hasonlóan türemkedve kiállnak a felszínből. A tüskeszerű morfológiát a vírus felszínén glikoprotein fehérjék alkotják.

A burokfehérjébe csomagolt fertőzőképes vírus gömb alakú, átmérője legalább 129,6 nm, de akár kétszer ekkora is lehet. A Covid-19 vírus elleni védelemben főként az egyes szintetikus szálakból előállított nemszótt kelmék jelentenek fontos textilanyagokat, mind az egészségügyi védőruházatok, mind az arcvédő maszkok tekintetében.

Az alkalmas nemszótt kelmék

A nemszótt kelme irányított vagy véletlenszerűen elhelyezkedő (kuszált), vágott vagy folytonos szálakból kialakított lapszerű termék, amelyben az egyes szálakat különböző módon kialakított kapcsolatok (kémiai, mechanikai, hőkezeléses, ill. esetleg oldószeres) szilárdítanak. A kémiai szálösszekapcsoláshoz („ragasztás”) optimális adhéziós kapcsolatot létesítő folyékony – majd hőkezelésre térhálósodó – kötőanyagokat használnak. A mechanikai módszer a tűnemezelést (ún. szakállas



A COVID-19 vírus

1. ábra



A COVID-19 okozta betegség tünetei

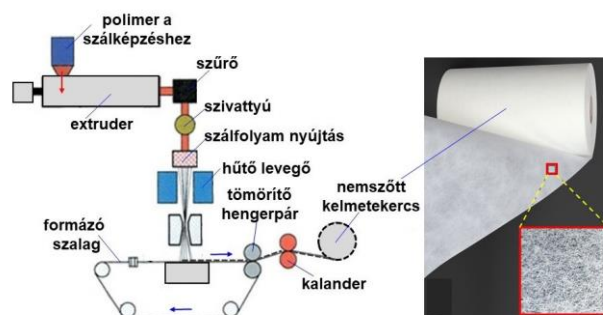
2. ábra

tűkkel), vagy nagynyomású vízsugaras kezeléssel történő kuszálást foglalja magában. A hőkezeléses rögzítéshez hőre lágyuló (termoplasztikus) szálakat kevernek a halmoz felépítésű szálrétegbe, ezek a hőközlésre meglágyulnak, majd hűtésre megdermedve kapcsolódnak a környező szálakkal. Az oldószeres eljárás az ilyen módszerű szálképzésen alapul, a folyékonyra tett polimerből sajtolt szálak a megfelelő felületre érkeve – az oldószer elpárolgása miatt – nemszóttkelme előállítására alkalmas szálrendszert hoznak létre.

Az ún. *spunbonded* eljárással előállított nemszóttkelme a „szálképzésnél szilárdított” csoportba tartozik. A szálhúzással képzett szálcsoportokat nyújtás után lengő mozgással a merőlegesen elhelyezkedő, lassú haladású futószalagra rétegezik (lerakás), a kialakult szálréteget tömörítés után kalanderezéssel rögzítik. Főként a poli-propilén- vagy poliészterszálból készített spunbonded kelme alkalmas egészségügyi védőruházatnak, arcvédő maszknak (3. ábra).

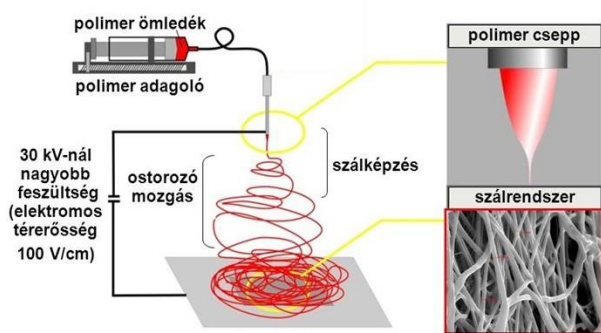
A nanoszálak kiemelt szerepe

A nano tartomány molekuláris méreteket jelent, pl. a cellulóz-láncmolekula monomerje mintegy 1 nm-es hosszúságú. A nanoszálak keresztirányú mérete esetenként kisebb a látható fény hullámhosszánál (így a nagy



A spunbonded eljárással készült nemszóttkelme gyártása

3. ábra



A nanoszál elektromos előállítása, szálrendszer képzése

4. ábra

felbontóképeségű fénymikroszkóppal nem elemezhető). A nanoszálak néhány száz nanométer (10^{-9} méter) átmérőjűek, a belőlük pl. elektromos eljárással képzett nemszótt kelmék képesek nagy hatékonysággal megállítani új humán koronavírus tovább haladását.

A nanoszálak előállítása többféle módszerrel történhet. A dendritkristály képzés során az alkalmas folyékony polimert egy felületen szétterítik, az oldószer-elávolítás után a nano méretű képződmény szál vagy film formájában hasznosítható. Az olvadékból történő gyártásnál a megömlesztett polimert speciális szálképzőfejen ($2-5\ \mu\text{m}$ átmérőjű nyílások) keresztül extrudálják. A fibrilláláson alapuló módszernél a szálát felépítő polimert kötegekké darabolva érhető el a nano tartományú szálvastagság. A bikomponens szálképzés lényege, hogy a szálképzés kétféle anyagból történik, a leendő nanoszálakat könnyen oldható anyagba ágyazva préselik át a szálképző nyíláson és oldás után elkülönülnek a nano tartományú szálak.

A legelterjedtebb, elektromos térben megvalósuló szálgyártásnál először a folyékony (megömlesztett, feloldott) polimert körmozgást végző szálképző tű nyílásán préselik át, majd töltéssel látják el. A fokozott feltöltődést követően földelt, $0,1\ \text{mm}$ -es tűt közelítenek a folyékony



A nanoszálak aktív- és egyéb rétegekből felépülő maszk összetevői

5. ábra



Különböző kelmék mikroszkopos felvételei

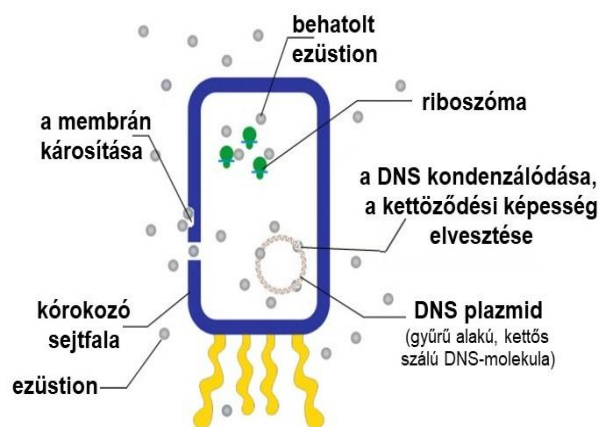
6. ábra

polimercsepphez, így megindul a folyadékáram. A töltéssel rendelkező polimersugár ostorozó mozgást végez, így meghosszabbodik, elvékonyodik, közben megszilárdul.

(Megjegyzés: nem minden polimer alkalmas elektromos szálképzésre, továbbá jelenleg a nanoszál főleg vágott szál formájában állítható elő.) Nanoszálakból főként nemszótt kelméket készítenek, amelyekben véletlenszerű a szálak elhelyezkedése. A sűrűn, egyvonalban elhelyezett elektromos szálképző fejek alkotják a nanoszál nemszótt kelmét előállító berendezést (nanospider) (4. ábra).

A nanotechnológia textilszakmai hasznosítása elsősorban a mesterséges szálak vastagságának radikális csökkenésével elérhető különleges tulajdonságoknak köszönhető. A mesterséges szálanyagok átmérőjének mikrométeres (10^{-6} méteres) mértékegység-tartományából a nanométeres (10^{-9} méter) nagyságrendre áttérve – miközben a szálfelület a térfogathoz képest jelentősen megnő –, többek között rendkívüli szilárdsági jellemzők is elérhetők (a fajlagos szakítóerő a mikroszálakénál is nagyobb). A nagyfokú vékonyság áttetsző szálakat eredményez, szerkezetükben a nagyszámú parányi pórus (néhány nanométeres méretű üregeske) különleges adottságokat kölcsönöz, pl. a levegőrészecskék, ill. vízmolekulák behatolása biztosított, azonban a mikroorganizmusok döntően nem férnek be. A nanoszálak textilképződmények igen nagy felülete alkalmas fontos gyógyhatású vegyületek optimális elhelyezésére is. A kórokozók elleni védelemre is hatékonyan használhatók a nanokelmékből készült maszkok. A több rétegből felépülő, antivirális hatású ezüst-részecskékkel ellátott nanoszálak maszkok előnyösen alkalmazhatók az új koronavírus és egyéb kórokozók elleni küzdelemben, az egészség megőrzése érdekében (5., 6. ábra).

Egyébként a korszerű antimikrobiális textilkikészítéket parányi, kolloidális ezüst-részecskék felvitelével végzik: a mesterséges szálakba nanoezüst (AgNPs) részecskék (NPs – nano-particles) is beépíthetők. Ügyelni kell arra, hogy a túlzottan kisméretűek bekerülhetnek az emberi szervezetbe, ami káros. Pl. ezüst-klorid, ezüst-nitrát tartalmú hatóanyagot telítéssel visznek fel rögzítő és lágyító segédanyaggal a textilanyagra (szövött, kötött, nemszótt kelme), majd szárítás utáni hőkezeléssel alakítják ki a mosásálló hatást. Az ezüstion kölcsönhatásba kerül a kórokozó külső rétegével, a sejtfalon bemélyedéseket alakít ki, majd behatol. A DNS kettőződési képességének tönkrététele és a sejt oxigénellátásának hiánya vezet a pusztuláshoz (7. ábra).



Az ezüstion kórokozót pusztító hatása

7. ábra



maszk a hétköznapi életben
a spanyolnátha idején



műtét maszk nélkül



műtét, az asszisztencia maszk nélkül

Egy kis maszk történelem



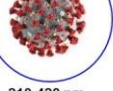


8. ábra

A textil anyagú védőmaszkok

A különböző arcvédő maszkok elődje az 1892-ben kifejlesztett, a hadisebészetben alkalmazott, az orvos száját és orrnyílását fedő textília volt. A sebészeti műtetteket is addig enélkül végezték, később egy ideig csak az operátor és segédje viselte, az asszisztencia anélkül volt jelen a műtőben. Ma már a beteget az operációra szállító beteghordó is maszkot visel (8. ábra).

Az otthon készített, ill. a nem erre specializálódott vállalkozások részéről jószándékkal, de nem célirányosan választott textilfelületekből és előírt kivitelezés nélkül varrt maszkok a külső COVID-19 cseppfertőzéstől nem védenek. A ruházati, ágynemű és egyéb rendeltetésű szövetek – valamint a kötött kelmék döntő része – nagy részecskeáteresztő képességük miatt nem akadályozzák meg a vírus szervezetbe jutását. A problémát tovább fokozza az, hogy az arcnyílásokat nem fedik illeszkedően. Sőt, a tiszta pamutból álló kelme a kilélegzett vízgőztől egyre jobban nedvesedik, ez a közeg kedvez a kórokozók szaporodásának (ezért a nedvessé vált maszkot azonnal cserélni kell). Az egészségügyi szakemberek is többször megerősítették, hogy ezek a maszkok a viselőjéből távozó mikrobák környezetbe kerülését akadályozzák meg, de a külső mikrobiális behatásoktól nem védenek. Szintén a hozzáértőkre hivatkozva, az ilyen maszkok használata nem indokolt, sokkal nagyobb védelmet jelent a személyek közötti távolságtartás és a találkozások csökkentése.

A maszkok fajtái során lényeges az orvostechnikai eszközök, ill. a légzésvédő eszközök megemlítése is. Előbbiek pl. az MSZ EN 14683:2019+AC:2019 (Sebészeti maszkok. Követelmények és vizsgálati módszerek)

kelmetípus (egy rétegben)	áteresztő nyílás átlagos mérete	
 vászonkötésű szövet pl. ágynemű	0,09 mm = 90 μm = 90.000 nm	 COVID-19 vírus 130-260 nm átlag 195 nm  COVID-19 vírus váladékcseppben 210-420 nm átlag 315 nm
 nemszóttkelme-1 pl. FFP-2 maszk	0,0008 mm = 0,8 μm = 800 nm	
 nemszóttkelme-2 pl. FFP-3 maszk	0,0003 mm = 0,3 μm = 300 nm	

Különböző kelmék részecske-szűrő képessége

9. ábra

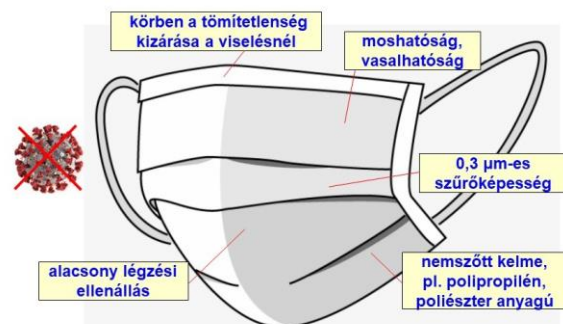
szabvány kritériumai betartásával készülhetnek, és az Országos Gyógyszerészeti és Élelmezés-egészségügyi Intézet (OGYÉI) engedélyével forgalmazhatók. A légzésvédő eszközök tanúsítását pedig csak notifikált (kijelölt) szakintézet végezheti. Az ún. 1. kategóriába csak azok a védőeszközök sorolhatók, amelyeknél „a gyártó vélelmezheti, hogy a felhasználó képes az adott védőeszköz védelmi szintjét elegendő biztonsággal megítélni, az alkalmazásának szükségességét kellő időben megállapítani, és azt megfelelően használni”. (A védelmi szintet a gyártó tanúsíthatja EK megfeleléségi nyilatkozattal, használati útmutató szükséges!). Miután ez az arcvédő maszkok esetében nem áll fenn, ezeket tilos erre hivatkozással forgalmazni.

Fontos információ, hogy a koronavírus járvány miatt kialakult helyzetben a különböző kapcsolatos – egyébként díjköteles – szabványok ingyenesen hozzáférhetők a CEN (Európai Szabványügyi Testület) hozzájárulásával.

Napjainkban egyre többször halljuk az „FFP” kifejezést a koronavírus járvány terjedését csökkentő arcvédőkkel kapcsolatban. Az FFP megnevezésű (Filtering Face Piece, azaz szűrővel ellátott védőeszköz az arcon) légzésvédő álarcok (az MSZ EN 149:2001+A1:2009 számú, hazánk által is átvett európai szabvány előírásainak betartásával) az orrot és a száját fedik. Az FFP rövidítés után pl. 2 és 3 jelölések szerepelhetnek. Az FFP2 szájmaszkok a levegőben levő részecskék 80–94%-át szűrik ki, azaz 0,6 μm-es méretig (a μm – más szóval mikron – a milliméter ezredrésze). Az FFP3-as maszk a levegőben jelenlévő részecskék közül a 0,3 μm (azaz 300 nanométernél nagyobb átmérőjű) idegen anyagokat, beleértve a cseppfertőzéssel terjedő kórokozók 99,95%-át képesek felfogni (9. ábra).

A COVID-19 burokkészítménye csomagolt fertőzőképes vírus gömb alakú, átmérője legalább 129,6 nm, de akár kétszer ekkora is lehet. Figyelembe véve, hogy a vírus-hordozó által ürített, a kórokozót tartalmazó csepp 0,3 μm-nél valószínűsíthetően nagyobb, így a fertőzőttel közel érintkező egészségügyi dolgozó számára egyértelműen az FFP3-as maszk nyújt védelmet, a távolságtartó lakosság számára az FFP2 típusú is részben hatásos.

Fontos, hogy az arcon és az orrál fennálló tömítetlenség zavaró szivárgást okozhat, ezért lényeges a személy anatómiai jellemzőihez igazodó viselés. A szűrőtechnológiai kritériumoknak megfelelő alacsony légzési ellenállás, ill. a szűrőbe szorult részecskéknek a légzést nem befolyásoló képessége lényeges a felhasznált anyagok tekintetében. A textílalapanyagfelületek közül főként az erre alkalmas nemszótt textíliák (pl. polipropilén, poliészter stb.) vagy az ilyen betéttel kiegészített, szintetikus anyagú (mosható, vasalható) légzésvédő maszkok az optimálisak (10. ábra).



Az optimális védőképességű arcmaszk főbb jellemzői

10. ábra

A nagyüzemi mosodáknál a fertőzés megakadályozása

A nagyüzemi – nem egészségügyi – textiltisztító mosodák esetében, hotelektől és egyéb szállásadóktól beérkező szennyes textiliák (különösen párnahuzatok – amelyeken a nyálszennyezés fokozott –, továbbá paplanhuzatok, lepedők, esetleg frottircikkek is) fertőzésveszélye sem kizárt. Ismert, hogy előfordul, miszerint a lehúzott termékek néhány óra elteltével már a mosodába kerülnek.

A koronavírus emberen kívüli életképességéről – pl. textilián – nincsenek még megbízható információk.

- Egyes hivatkozások szerint, néhány órára becsülhető a kórokozó emberen kívüli, felületeken való túlélése, mert a koronavírus lipidburokkal rendelkezik, így a környezeti behatásokkal szemben kevésbé ellenálló.

- Időközben olyan adatok is előkerültek, hogy pl. kartonpapíron 24 óra is lehet a kórokozó emberen kívüli túlélése (textiliáról külön nem írtak, minután a pamut cellulóz, valamennyire hasonlítható a papírhoz) stb.

A fentiek és a bizonytalanság miatt javasolt, hogy a hotelekből, szállásadóktól stb. beérkező szennyesruha – főleg az ágynemű termékeket – azonos anyagú szalaggal lezárta, vízben oldódó PVA (polivinil-alkohol) zsákban (11. ábra) küldjék a mosodákba, a fokozott járványveszély miatt. Az így elkészített zsák kibontás nélkül közvetlenül behelyezhető az ipari mosógépbe. Továbbá célszerű peracetsav tartalmú hozzáadót adagolása a mosófürdőbe, a hatékony fertőtlenítés céljából.

Néhány szabvány átmenetileg díjmentes hozzáférhetősége

Az arcmaszkok körébe sorolt szabványok elérhetősége a 41/2020. (III. 11.) kormányrendelet érvényességi idejére vonatkozik. (A hatályos jogszabály az élet- és vagyonbiztonságot veszélyeztető tömeges megbetegedést okozó humánjárvány megelőzése, illetve következményeinek elhárítása, a magyar állampolgárok egészségének és életének megóvása érdekében elrendelt veszélyhelyzet során teendő intézkedések.)

A koronavírus miatti veszélyhelyzetre tekintettel, a megelőzés és a védekezés támogatása érdekében a Magyar Szabványügyi Testület (MSZT) ingyenesen elérhetővé tette az egyes egészségügyi és a személyi védőeszközökre vonatkozó nemzeti szabványokat. Ezek elérése iránti igényeket a szabvtit@mszt.hu e-mail-címen kell bejelenteni. Ezt követően az MSZT Szabványosítási titkársága elküldi a hozzáférhetőségi linket. Természetesen a szabványok másolása továbbra is tiltott!

A szabvány jelzete	Címe
MSZ EN 149:2001+A1:2009	Légzésvédők. Részecskeszűrő félálarok. Követelmények, vizsgálatok, megjelölés
MSZ EN 166:2003	Személyi szemvédő eszközök. Követelmények
MSZ EN 14126:2007	Védőruházat. Fertőző anyagok elleni védőruházat teljesítménykövetelményei és vizsgálati módszerei



Vízoldható PVA zsák (azonos anyagú kötőzővel) használata

11. ábra

MSZ EN 14605:2005+A1:2009	Védőruházat folyékony vegyszerek ellen. Teljesítménykövetelmények folyadékszűrő (3. típus) vagy permetzáró (4. típus) kapcsolatok tartalmazó ruházatra, beleértve a csak testrészeket védő darabokat (PB [3] és PB [4] típusok)
MSZ EN 13795-1:2019	Sebészeti ruházat és kendők. Követelmények és vizsgálati módszerek. 1. rész: Sebészeti kendők és köpenyek
MSZ EN 13795-2:2019	Sebészeti ruházat és kendők. Követelmények és vizsgálati módszerek. 2. rész: Tisztatéri öltöztékek
MSZ EN 455-1:2002	Egyszer használatos orvosi kesztyűk. 1. rész: Lyukmentességi követelmények és vizsgálatok
MSZ EN 455-2:2015	Egyszer használatos orvosi kesztyűk. 2. rész: A fizikai tulajdonságok követelményei és vizsgálata
MSZ EN 455-3:2015	Egyszer használatos orvosi kesztyűk. 3. rész: A biológiai értékelés követelményei és vizsgálata
MSZ EN 455-4:2009	Egyszer használatos orvosi kesztyűk. 4. rész: Követelmények és vizsgálatok az eltarthatósági időtartam meghatározásához
MSZ EN 14683:2019+AC:2019	Sebészeti maszkok. Követelmények és vizsgálati módszerek
MSZ EN ISO 10993-1:2010	Orvostechnikai eszközök biológiai értékelése. 1. rész: Értékelés és vizsgálat a kockázatirányítási eljárás keretében (ISO 10993-1:2009)

MSZ EN ISO 374-5:2017	Védőkesztyűk veszélyes vegyszerek és mikroorganizmusok ellen. 5. rész: Mikroorganizmusok okozta kockázatokra vonatkozó terminológia és teljesítménykövetelmények (ISO 374-5:2016)
-----------------------	---

MSZ EN ISO
13688:2013

Védőruházat. Általános követelmények (ISO 13688:2013)

Felhasznált irodalom

- [1] Dr. Jederán Miklós, Tárnoky Ferenc (főszerk.): Textilipari kézikönyv. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1979
- [2] Dr. Szűcs Iván, Borka Zsolt: Szűrés textilákkal. OE-RKK 6062, Budapest, 2014
- [3] Magyar Szabványügyi Testület, Szabványjegyzék 2020
- [4] www.uvex-safety.hu