

Testování výrobků s nanočásticemi stříbra

Testing of Products Containing Silver Nanoparticles

Recenzentka

MUDr. Ariana Lajčíková, CSc.

Na předmětech denního užívání a v místech shromažďování většího počtu lidí byly zjišťovány koncentrace bakterií na površích. V laboratoři byl sledován vliv antibakteriálních účinků nanočástic stříbra vnesených do povrchů tří skupin výrobků (dětské pastelky, kuchyňské desky, záchodová sedátka) na přežívání bakterií. Oproti kontrolním výrobkům došlo k úbytku počtu bakterií na površích výrobků s nanočásticemi stříbra o 41 až 100 %. Význam výrobků s nanočásticemi stříbra pro denní užívání v životním prostředí člověka je diskutován.

Klíčová slova: bakterie, nanotechnologie, předměty denní potřeby

Surface concentrations of bacteria were examined on items of daily use and also at places where people gather. Silver nanoparticles with antibacterial effect were put into surfaces of three product groups (children's colour pencils, countertops, toilet seats) and consequently, their influence on bacteria survival rate was investigated in a laboratory. There was a significant drop (from 41 to 100 %) in the number of bacteria on surfaces with silver nanoparticles compared to surfaces without them. Benefits of products with silver nanoparticles for a daily use in the human environment are discussed.

Keywords: bacteria, nanotechnology, things of daily use

Nanotechnologie jsou v současné době jedny z nejvíce diskutovaných způsobů výroby. Podstata účinků nanočástic tkví v tom, že částice menších rozměrů mají větší (re)aktivní povrchovou plochu na jednotku hmotnosti než částice větších rozměrů. Využití nanotechnologií a nanomateriálů je velmi rozsáhlé. V současnosti se používají v elektronice, strojírenství, stavebnictví, chemickém průmyslu a dalších odvětvích.

Ve zdravotnictví je výzkum a vývoj nanotechnologií zaměřen mimo jiné na přípravu ochranných roušek a desinfekčních roztoků nové generace. Do skupiny produktů vyrobených nanotechnologiemi patří i výrobky obsahující nanočástice stříbra. Takové výrobky mají antibakteriální účinky. Stříbro je bezpečné a účinné antibiotikum. Ionty stříbra ovlivňují látkovou výměnu bakterií, potlačují jejich dýchání, metabolismus a přenos substrátu v buněčné membráně. Antibiotický účinek nanostříbra je dán jednak jeho přímým průnikem do bakterie, jednak tím, že nanostříbro vytváří aktivní kyslík. Bakterie navíc nezískávají vůči stříbru rezistenci, což je výhoda proti klasickým antibiotikům. Nanostříbro je součástí antibakteriálních roztoků nové generace, ale i dalších výrobků, jako je například antibakteriální granulát. Ten se přidává do surovin při výrobě předmětů jako jsou kuchyňské výrobky, hračky, podlahy, sklo, pracovní oděvy aj. I u nás lze takové výrobky zakoupit, většinou mají označení „s antibakteriální úpravou“ (chladničky, WC sedátka, podlahy).

K onemocnění člověka bakteriemi z předmětů, které jsou denně používány více lidmi, dochází zcela výjimečně. Člověk je denně v kontaktu s velkým množstvím bakterií na jejichž přítomnost v prostředí je dlouhodobě adaptován. Výjimku tvoří lidé s poškozeným imunitním systémem nebo extrémní situace při výskytu patogenních bakterií v prostředí. Výroba běžně užívaných předmětů s antibakteriálním účinkem tedy není považována za nezbytnost, ale za jakýsi bonus navíc.

Pro sledování bakterií v prostředí, tedy na předmětech, lze v zásadě bakterie rozdělit na nepatogenní a patogenní. Jako nepatogenní se označují ty bakterie, které dosud nikdy nezpůsobily onemocnění člověka – těchto bakterií je v prostředí většina. V našich sledováních bakterií na předmětech jsou označeny jako celkový počet bakterií. Patogenní bakterie mohou onemocnění člověka způsobit. Mezi ně patří bakterie, které jsme v testech použili, tj. *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* a *Listeria monocytogenes*.

Z předmětů, které obsahují nanočástice stříbra, jsme si pro testování antibakteriálních účinků vybrali následující výrobky: pastelky pro děti s anti-

bakteriální povrchovou úpravou, kuchyňskou desku (určenou jako pracovní plocha kuchyňské linky) a záchodové sedátko. Specifika těchto výrobků jsou u pastelek používání dětmi, jejichž imunitní systém se vyvíjí, u kuchyňských desek možnost přenosu bakterií ze surovin na hotové pokrmy a u záchodových prkének možnost kontaktu člověka s bakteriemi fekálního původu.

V následujícím sdělení jsou uvedeny výsledky stanovení koncentrace bakterií na površích vybraných předmětů užívaných více lidmi a výsledky testování antibakteriálních účinků předmětů s nanočásticemi stříbra na vybrané bakterie.

METODY

Stěrovou metodou (ČSN ISO 18593) byly zjišťovány koncentrace bakterií na různých površích v úřadech, supermarketech a dalších místech. Uvedené výsledky jsou průměrem pěti vyšetření každého předmětu z různých míst.

Antibakteriální účinek předmětů, kde jsou účinné složky připraveny nanotechnologií, je nutné testovat novými metodami. V naší laboratoři jsme použili metodu podle japonského standardu – JIS Z 2801. Oproti běžně užívaným metodám dochází při této metodě k těsnému kontaktu bakterií s testovaným povrchem, bakterie v roztoku nanosené na zkoušený povrch s nanočásticemi stříbra se překrývají krycím sklíčkem. To je především z toho důvodu, aby povrchová tenze hydrofobních materiálů nebránila těsnému kontaktu bakterií s antibakteriálním povrchem vyšetřovaného polymeru.

Z vyšetřovaných předmětů byly nařezány vzorky délky 5 cm u pastelek a vzorky s povrchem 5 x 5 cm (desky, sedátka). Na povrch těchto předmětů byla v laboratoři nanosená suspenze bakterií 0,01 ml na jednu plochu vzorku šestihránné pastelky a 0,05 ml na povrchy vzorků desek a sedátek.

Po zasoušení suspenze bakterií byla zkoušená místa překryta krycím sklíčkem a vzorky umístěny do termostatu s teplotou 30 °C na 24 h. Po této době byly bakterie z povrchů smyty a jejich koncentrace stanovena běžnými mikrobiologickými technikami. Každá zkouška byla opakována třikrát – výsledky jsou průměrné hodnoty z těchto vyšetření.

VÝSLEDKY

Celkové průměrné koncentrace bakterií na různých předmětech jsou uvedeny v tab. 1. Přítomnost v testování sledovaných bakterií, tj. *Escherichia coli* (ani jiných koliformních bakterií), *Staphylococcus aureus* a *Listeria monocytogenes* jsme na žádném předmětu nezjistili.

Tab. 1 Koncentrace bakterií na předmětech v prostředí

Vyšetřovaný předmět	Místo odběru vzorků	Celková koncentrace bakterií [KTJ/100 cm ²]
Klika dveří WC	úřad, supermarket	2430
Splachovadlo WC	úřad, supermarket	3770
Záchodové sedátko	úřad, supermarket	1875
Klávesnice počítače	úřad, internetová kavárna	984
Myš počítače	úřad, internetová kavárna	1083
Tužka, pastelka	úřad, domácnost	407
Kuchyňská deska*	domácnost	1050

* po přípravě jídla před omytím

Vliv antibakteriálních účinků nanočástic stříbra na přežívání bakterií na povrchích pastelek, kuchyňských desek a záchodových prkének je uveden v tab. 2.

DISKUSE A ZÁVĚR

V životním prostředí člověka se vyskytuje velké množství bakterií. Ke vzniku onemocnění při kontaktu s kontaminovanými předměty však dochází výjimečně. Přesto je hygienickou nutností zejména omývání rukou po použití toalety a před jídlem. Dalším způsobem dodržování hygienických zásad je omývání předmětů v rámci úklidu.

V náhodně zvolených místech, kde se předmětů dotýká více lidí, jsme zjišťovali na povrchích výskyt bakterií. Většinu povrchů těchto předmětů není ve zvyku omývat. V souladu s očekáváním bylo nejvíce bakterií nalezeno v prostorách WC a to nejen na povrchu záchodového sedátka, ale i na splachovadle a na klíče dveří. I dobře vychovaný člověk si myje ruce až po otisku těchto předmětů.

V závislosti na komplexu mnoha faktorů (vlhkost, teplota, druh bakterie a její původní koncentrace v prostředí) většina bakterií v nepříznivých podmínkách odumírá. Bakterie ke svému životu nutně potřebují vodu – na suchých předmětech odumírají velmi rychle. Vzhledem k nedostatku živin odumírají i v případě, že jsou na pevném povrchu v tekutině – nejrychleji odumírají bakterie *Escherichia coli*. Nejvíce životaschopné jsou bakterie *Listeria monocytogenes*, které jsou známé vytvářením biofilmů odolných nejen k vysychání, ale i k dezinfekčním přípravkům. Právě na destabilizaci biofilmu mohou také působit nanočástice stříbra [1].

V souladu s novou metodou jsme pro testování antibakteriálních účinků nanočástic stříbra zvolili bakterie *Escherichia coli* a *Staphylococcus aureus*, i když jsme jejich přítomnost na předmětech v prostředí nezjistili. Na zkoušených předmětech jsme nenašli ani bakterie *Listeria monocytogenes*. Ty jsme však přidali v případě testování kuchyňských desek, protože se v některých potra-

nách mohou vyskytovat a vzhledem k tomu, že v loňském roce byly u nás příčinou několika potratů i úmrtí.

Vliv nanočástic stříbra ze zkoušených předmětů na životaschopnost všech sledovaných bakterií byl významný. Nejlépe dopadlo testování záchodového sedátka, kde došlo k poklesu počtu u obou druhů sledovaných druhů bakterií z původní koncentrace 10⁶ bakterií/vzorek na nedetekovatelné množství. Velmi dobře dopadlo i testování kuchyňské desky. U dětských pastelek se dá za dostatečný pokles počtu bakterií považovat úbytek 41 až 82 % bakterií, vzhledem k tomu, že se na povrchu pastelek tyto bakterie běžně nevyskytují a s ohledem na skutečnost, že průměrný celkový počet bakterií nalezený na pastelkách byl velmi nízký (viz tab. 1). Při posuzování vlivu nanočástic stříbra je nutné vzít v úvahu u všech předmětů, že skutečné koncentrace bakterií na předmětech jsou obvykle významně nižší než koncentrace, které je nutné v testech používat. Vliv nanočástic stříbra je možné prokázat pouze při těsném kontaktu bakterií a předmětu. Je tedy výhodou, že v reálném životě bude k tomuto kontaktu docházet (pastelky, záchodové sedátko). Jak může být antibakteriální účinek nanočástic stříbra ovlivněn mikročásticemi nečistot, které by bránily těsnému kontaktu bakterií s předměty v interiérech, budeme sledovat v naší další práci.

Z výše uvedeného se dá předpokládat, že nanočástice stříbra v předmětech sníží riziko výskytu bakterií na povrchích předmětů. Můžeme jen doufat, že časem budou výrobci dělat splachovadla, případně i kliky dveří WC ze stejného materiálu jako záchodová sedátka. A že se budou nanočástice stříbra přidávat do materiálů pro výrobu klávesnic či myši počítačů a dalších předmětů.

Jediným nedostatkem či obavou z uvedené technologie je skutečnost, že časem se tyto nové předměty dostanou do životního prostředí, zejména na skládky odpadů a následně do vody. Tam by přítomnost látek s antibakteriálními vlastnostmi mohla negativně ovlivnit rozkladné procesy, které jsou z velké části založeny na aktivních procesech živých bakterií [2].

Spojení na autorku: e-mail: klank@szu.cz

Použité zdroje:

- [1] Chaw KC, Manimaran M, Tay FE.: Role of silver ions in destabilization of intermolecular adhesion forces measured by atomic force microscopy in *Staphylococcus epidermidis* biofilms. *Antimicrob Agents Chemother* 49(12): 4853-9, 2005.
- [2] Theron J., Walker J.A., Cloete T.E.: Nanotechnology and water treatment: applications and emerging opportunities. *Crit Rev Microbiol* 34(1): 43-69, 2008.

Tab. 2 Vliv antibakteriálních účinků nanočástic stříbra na povrchu předmětů na přežívání bakterií

Vzorek	Počet bakterií/vzorek	Přežívající bakterie	Úbytek bakterií
		[%]	
Testovaná bakterie: <i>Escherichia coli</i>			
Pastelka bez antibakteriální úpravy	9,9.10 ²	100	0
Pastelka s antibakteriální úpravou	1,8.10 ²	18,2	81,8
Kuchyňská deska bez antibakteriální úpravy	1,5.10 ⁴	100	0
Kuchyňská deska s antibakteriální úpravou	2,3.10 ²	1,5	98,5
Záchodové sedátko bez antibakteriální úpravy	1,2.10 ⁶	100	0
Záchodové sedátko s antibakteriální úpravou	< 10 ²	< 0,08	> 99,92
Testovaná bakterie: <i>Staphylococcus aureus</i>			
Pastelka bez antibakteriální úpravy	3,9.10 ⁴	100	0
Pastelka s antibakteriální úpravou	2,3.10 ⁴	59,0	41,0
Kuchyňská deska bez antibakteriální úpravy	1,3.10 ⁶	100	0
Kuchyňská deska s antibakteriální úpravou	9,4.10 ³	7,2	92,8
Záchodové sedátko bez antibakteriální úpravy	1,8.10 ⁶	100	0
Záchodové sedátko s antibakteriální úpravou	< 10 ²	< 0,01	> 99,99
Testovaná bakterie: <i>Listeria monocytogenes</i>			
Kuchyňská deska bez antibakteriální úpravy	6,0.10 ⁴	100	0
Kuchyňská deska s antibakteriální úpravou	3,6.10 ³	6,0	94,0