

## MOŽNOSTI PRAKTICKÉHO POUŽITÍ AEROSOLU A VÝPARŮ KYSELINY PEROCTOVÉ V DEZINFEKCI

Podplukovník MUDr. Bohumil TICHÁČEK, CSc.

Laboratorní zkoušky provedené za účelem studia účinku aerosolu kyseliny peroctové v různých podmínkách potvrdily vysokou baktericidní účinnost této látky. Koncentrace zabezpečující rychlou sterilizaci vzduchu od spor *B. megatherium* nepřesáhly 10 mg na 100 l při šestivteřinové expozici. Pro dosažení spolehlivého povrchového sporocidního účinku v extrémně ztížených podmínkách bylo třeba koncentrace 21,6 mg/100 l při expozici 20 min. Parametry účinnosti při jednorázové aplikaci aerosolu (výparů) do uzavřeného prostoru byly rovněž velmi příznivé (36–60 mg/100 l při expozici 5 min.).

Dosažené výsledky dovolují tedy označit aerosol kyseliny peroctové jako velmi vhodný pro dezinfekci prostředí. Jsme si ovšem plně vědomi toho, že i ty nejlepší výsledky laboratorních pokusů nelze prostě přenášet do návodů na skutečně praktické použití. Známé obecné nevýhody dezinfekčních aerosolů, kterými jsou jednak obtíže s udržením účinné koncentrace v prostoru, jednak ztráty účinku na povrchu předmětů a malý rozdíl mezi toxicitou a sterilizační koncentrací (Bourdillon 1948), možno ovládnout v laboratorních pokusech mnohem snáze než při praktické aplikaci. U kyseliny peroctové by mohla vést neznalost těchto i dalších podmínek účinnosti k selhání účinku.

Cílem této práce je tedy shrnout několikaleté zkušenosti s kyselinou peroctovou tak, aby bylo možno využít všech výhod a ovládnout nevýhody, vyplývající z aerosolové aplikace kyseliny peroctové tak, aby konečný výsledek dezinfekce byl pokud možno optimální.

### Jednotlivé možnosti využití aerosolu a výparů kyseliny peroctové

#### A. Beztlakové dezinfekční komory

Pro dokonalé využití baktericidních vlastností aerosolu a výparů kyseliny peroctové vidíme jako jednu ze základních možností použití lehkých beztlakových dezinfekčních komor, do nichž by byl vkládán materiál určený k povrchové dezinfekci. V tomto směru jsme prověřovali několik typů komor, konstruovaných k tomuto či podobnému účelu (inž. Křížko, Přesná mechanika, Piešťany). Zkoušky ukázaly, že je nutné respektovat některé základní podmínky účinku:

1. Kapacita a umístění nebulizéru, rychlost a mohutnost přísunu dezinfekčního aerosolu do vnitřního prostoru musí být v souladu s vnitřním objemem, aby mohlo být rychle dosaženo účinné koncentrace. Obecně udávaná zásada, že dezinfekční účinek aerosolu je tím lepší, čím je spektrum velikostí částic menší, platí spíše

teoreticky. V praxi třeba počítat s tím, že nebulizér, produkuje submikronické částice a uvolňující do prostoru komory pouze setiny ml za min. nebo ještě méně, potřebuje někdy značně dlouhé doby (podle velikosti komory), než je v komoře dosaženo potřebné koncentrace. Nejsou-li tyto podmínky v souladu, účinek selhává (tab. 1).

Tabulka 1. Procento mikrobů přeživších povrchový účinek aerosolu kyseliny peroctové (rozprašován 1% roztok) v komoře o objemu 38 l

Spory Bac. megatherium	Expozice 10 min. bez ventilace	Kovový nebulizér kalibrováný: 0,085 ml/min., dávající submikron. aerosol	Skleněný nebulizér, kalibrováný: 0,166 ml/min, MCD 2,35 mí
	10 min. bez ventilace	74,3 %	1,4 %
10 min. s ventilací	81,0 %	1,7 %	

2. Materiál, z něhož je vyroben nebulizér, musí být korozivzdorný.

V tomto ohledu jsme zkoušeli různé typy rozprašovačů z kovového i nekovového materiálu. Zkušenosti jsou jednoznačné. Kovový nebulizér je nevhodný, vždy ovlivňoval ve větším či menším stupni nepříznivě chemickou stabilitu aerosolu, nebo byl sám kyselinou poškozován. Trysky z plastických hmot jsou výhodné, pokud jde o jejich inertnost vůči rozprašovanému roztoku, avšak technické provedení nám nikdy neumožnilo přesnější dávkování (bez opakovaného prověřování).

Rozprašovací zařízení by mělo být zcela jednoduché, zato však po technické stránce spolehlivé a z hlediska chemického inertní nejen

Tabulka 2. Procento spor *B. megatherium* přeživších povrchový účinek aerosolu a výparů kyseliny peroctové, získaných rozprašením standardního množství 2% roztoku kyseliny peroctové do komory o objemu 382 l

Celková spotřeba 2% roztoku kys. peroctové	Expozice v min.				
	10	20	30	45	60
10 ml nebulizér vyprázdněn za: (čas v min.)	24,6 %	10,9 %	10,3 %	5,4 %	3,3 %
	6,5	4,5	4,5	4,5	4,5
15 ml nebulizér vyprázdněn za: (čas v min.)	11,8 %	0,01 %	0,0 %	0,0 %	—
	4,0	10,0	6,0	6,0	—

ve vztahu ke korozním vlastnostem kyseliny peroctové, ale i vzhledem k její chemické stabilitě. Nevidíme důvodu, proč by to nemohly být běžné skleněné nebulizéry, které mají požadované vlastnosti, jsou levné, bez poruch a v případě náhodného rozbití snadno vyměnitelné.

Otázku opakovaného a rychlého dosažení účinné koncentrace jsme se snažili vyřešit též přizpůsobením pracovního postupu. Vycházeli jsme ze stále stejného množství roztoku kyseliny peroctové, určené k rozprašení (tab. 2).

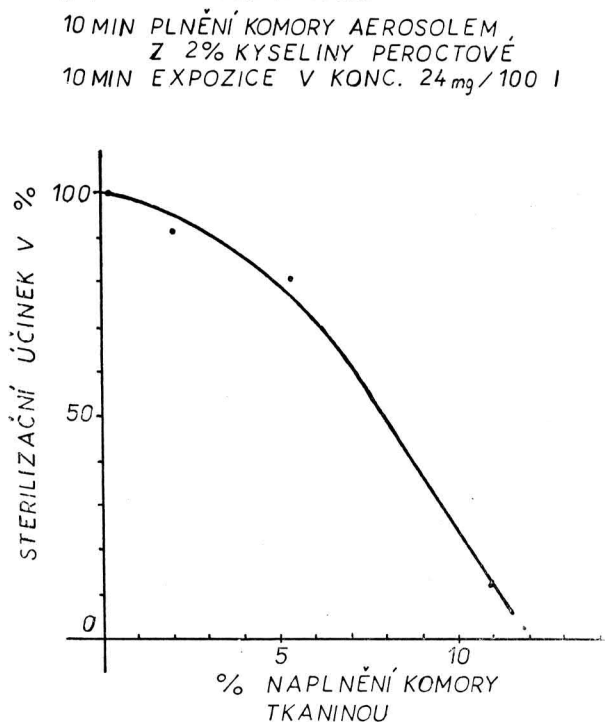
Z uvedené tabulky vyplývá, že po nasycení velké komory aerosolem a výpary kyseliny peroctové, získané rozprašením 15 ml 2% roztoku kyseliny peroctové (tj. zhruba koncentrace 75 mg/100 l), byly 100% zničeny spory *B. megatherium* zaschlé na povrchu PVC fólie, počínaje 30min. expozicí.

3. Velmi mnoho pokusů jsme provedli ve snaze dosáhnout přijatelných výsledků při sterilizaci tkanin a prádla v komoře.

Závěr této snahy byl ten, že maximální redukce uvnitř dezinfikovaných předmětů (volná hromada prádla), nepřesáhla nikdy 50 % původního počtu spor.

4. Vnitřní prostor komory nemůže být zcela vyplněn dezinfikovanými předměty (graf 1).

Z grafu je jasně patrné, že v uzavřeném prostoru, nasyceném aerosolem kyseliny peroctové, redukovalo 10% naplnění tkaninou povrchový účinek o 75 %. Čím větší je tedy rozdíl mezi dezinfikovanou plochou a vnitřním objemem komory, tím je účinek spolehlivější. Tuto okolnost zvláště zdůrazňujeme.



Graf 1. Závislost účinku aerosolu kyseliny peroctové na naplnění komory tkaninou ve statických podmínkách

5. Další zkušenosti s netlakovou komorou možno shrnout takto: materiál, z něhož je vyrobena komora (vnitřní prostory), může být z hliníku, nerezavějící oceli či z plastických hmot. Musí být zabezpečena hermetizace komory, jednoduché otevírání a výhodná (i když ne nezbytná) je možnost odvětrání po expozici. Vnitřní uspořádání komory by mělo umožňovat zavěšování a styčné plochy předmětů s podložkou by měly být co nejmenší (např. trojboké hranoly břítem nahoru). Za důležité bychom považovali opatřit tuto komoru ventilem, který by při jednorázovém či opakovaném sycení komory zabezpečoval tlakové poměry. Komora nevyžaduje ohřev. Domníváme se též, že by celému procesu dezinfekce prospělo, kdyby bylo možno počítat s mírným odčerpáním vzduchu před dezinfekční akcí.

### B. Dezinfekce ve vacích

Za velmi jednoduchý a přitom účinný postup považujeme jednorázové naplnění uzavřeného prostoru aerosolem kyseliny peroctové. Do tohoto prostoru je možno předem umístit předměty určené k povrchové dezinfekci. Nejprístupnější praktickou formou tohoto způsobu je vhnání aerosolu do vaků, zhotovených nejlépe z plastických hmot. Velikost se řídí potřebou. Jednorázové naplnění vaku aerosolem kyseliny peroctové z roztoku o základní koncentraci 3% a jeho následné uzavření na 60 min. zabezpečí spolehlivý povrchový účinek na spory bakterií i plísní. Tento způsob by mohl být metodou volby pro dezinfekci obuvi, která představuje dosud neřešitelný problém. Vakem obsahujícím obuv (nebo jiné předměty určené k dezinfekci) je třeba v průběhu expozice občas pohybovat, aby byl zabezpečen styk aktivní složky se všemi dezinfikovanými plochami.

C. Trvalé vhnání či vedení aerosolu kyseliny peroctové prostorem určeným ke komplexní dezinfekci (boxy, potrubí, vnitřní prostory přístrojů a zařízení atd.). K dosažení sporocidní koncentrace, účinné i ve ztížených podmínkách, je nutno použít 3% roztoku, rozprašovaného systémem dávajícím průměrnou velikost částic 2–3  $\mu$ m při průměrné rychlosti průtoku 25 l/min. Maximální zabezpečovací expozice činí v tomto případě 30 min.

Až potud jde o využití vysokého baktericidního účinku aerosolu v uzavřených systémech, kde se nemůže uplatnit inhalační toxicita kyseliny peroctové. Podle výsledků samostatného toxikologického studia (Beneš, Ticháček, Veger, 1965) vykazala kyselina peroctová inhalační toxicitu pro bílé krysy počínaje koncentrací 7,2 mg/100 l, stejně jako při dlouhodobém pobytu v atmosféře par 1% roztoku v uzavřeném prostoru. Při koncentraci 0,72 mg/100 l nebyly pozorovány ani dráždivé účinky, ani jiné projevy intoxikace a tuto hranici možno tedy považovat za horní hranici snesitelnosti.

S ohledem na tyto výsledky je možno doporučit další aplikace jen s určitým omezením.

D. Volná aplikace aerosolu na povrch předmětů, prováděná přímým zaměřením nebulizéru na určenou plochu. Tímto způsobem je možno postupovat jen v menším měřítku, ve větší místnosti nebo na volném prostranství. Místo nebo předmět, na které byl aplikován aerosol, je výhodně přikryt, aby byl zabezpečen protrahovaný účinek výparů. V tomto směru by mohlo dojít k účinnému využití kyseliny peroctové ve veterinární praxi, k dezinfekci prostředí i zvířat podezřelých z onemocnění, především plísňovými chorobami.

E. Improvizované metody. Nejjednodušší formou je hrubý postřik podlah či předmětů v uzavřených prostorách v nepřítomnosti lidí. Tak může být využito současného účinku výparů. Základní koncentrace nesmí přesáhnout 2 %, minimální expozice je 30 min. Před vstupem lidí je třeba důkladně vyvětrat. Postřikovací aparatura musí být opět z materiálu nenarušujícího chemickou stabilitu aerosolu kyseliny peroctové.

V uvedených případech je nutné, aby se osoby vystavené přímému účinku aerosolu či koncentrovaných výparů chránily. Provedli jsme v tomto směru zkoušky, zaměřené na možnosti využití ochranné masky s filtrem jako prostředku umožňujícího pobyt a práci v prostoru nasyceném výparů kyseliny peroctové. Tyto předběžné zkoušky ukázaly, že je možno pohybovat se 15 min. v uzavřeném prostoru nasyceném aerosolem i výparů kyseliny peroctové bez jakýchkoli známek dráždění (delší expozice nebyla zkoušena). Tato skutečnost sama o sobě má svůj velký význam proto, že otevírá široké možnosti rychlého a účinného zásahu i tam, kde běžně musel být člověk vyloučen z přímého styku s toxickými koncentracemi výparů.

Jde především o rozšíření možnosti přímého sprejování na předměty určené k dezinfekci tak, že osoba provádějící zásah se může sama chránit maskou, nebo o účinný zásah na osobě, která je sama chráněná maskou, popřípadě jinými ochrannými pomůckami.

Korozivní vlastnosti kyseliny peroctové jsou známy a projevují se především při aplikaci roztoků. Aerosolová aplikace je mnohem šetrnější, i když i zde je nutno zejména při opakovaném účinku s korozi počítat. Vhodnými materiály k dezinfekci aerosoly kyseliny peroctové jsou nerezavějící kovy, hliník, sklo, většina plastických hmot, dřevo, textil, papír, smalt, krátkodobě i guma a kov s nátěrem. Jednorázově, v případě nezbytnosti, je však možno dezinfikovat všechny materiály, přičemž kovové části citlivé na korozi se mohou po aplikaci sterilně opláchnout či otřít.

Z uvedeného vyplývají tyto možnosti použití: povrchovému účinku aerosolu a výparů kyseliny peroctové mohou být vystaveny všechny předměty, které nesnášejí sterilizaci parou nebo nemohou být, vzhledem ke členitosti a nepřístupnosti svého povrchu podrobeny mechanicko-chemické dezinfekci otíráním či po-

nořováním. Nelze však počítat s pronikáním aerosolu či výparů do vnitřku porézních materiálů, např. matrací, tkanin apod.

Rozsáhlé možnosti účinného povrchového zásahu jsou pak v záloze na úseku dezinfekce předmětů, součástí výzbroje a výstroje, ochranných pomůcek atd., masívně povrchově kontaminovaných. Zde je možno s vynaložením relativně malé námahy při minimálním poškození předmětů provést účinnou dezinfekci, a to především tam, kde dosavadní prostředky neúčinkují, tj. při kontaminaci rezistentními sporami, plísňovými apod.

Poznámka k inhalační toxicitě: Po celou dobu 3 let práce s kyselinou peroctovou nebyly pozorovány u laboratorních pracovníků žádné projevy intoxikace či onemocnění horních cest dýchacích, jež by bylo možno uvést v souvislost s vdechováním par kyseliny peroctové.

Práce s roztoky kyseliny peroctové do 1 % nevyvolávala žádné obtíže ani projevy dráždění. Pobyt v atmosféře nasycené výparů z 1% a vyšší koncentrace je provázen nepříjemným štiplavým zápachem, typickým pro kyselinu peroctovou, podobným výparům koncentrované kyseliny octové. Delší pobyt v této atmosféře nebo náhodné vdechnutí par koncentrovanějších roztoků kyseliny peroctové vyvolávaly slzení a dráždění oční sliznice; slzení může proto sloužit jako dobrý varovný příznak, kdy je třeba vyvětrat, nebo se vzdálit z příslušného prostoru. Vstříknutí roztoku do očí je nebezpečné a vyžaduje rychlý zákrok (výplach alkalickým roztokem a odborné vyšetření).

Za technickou spolupráci děkuji Libuši Klouzalové a Vladimíru Bubínkovi.

## Souhrn

V práci navrhuje autor na základě laboratorních pokusů i praktických ověřovacích zkoušek jednotlivé možnosti využití aerosolu a výparů kyseliny peroctové v dezinfekci. Jde především o uzavřené systémy s vyloučením osob a zvířat, jako např. dezinfekční beztlakové komory, dezinfekci ve vacích a trvalé vhnění či vedení aerosolu prostorem určeným ke komplexní dezinfekci (boxy, potrubí apod.). Při volném sprejování kyseliny peroctové na povrch předmětů a při improvizovaných metodách ve velkých prostorech je třeba použít ochranné masky. Autor upozorňuje na základní podmínky účinnosti a uvádí své zkušenosti s korozivními vlastnostmi kyseliny peroctové a s její toxicitou.

## Literatura

Bourdillon R. B. a spol.: Studies in air-hygiene, London 1948.

Beneš V., Ticháček B., Veger J.: Toxicita kyseliny peroctové, kap. v kn., SZN, v tisku.