

STUDIUM POVRCHOVÉHO ÚČINKU AEROSOLU KYSELINY PEROCTOVÉ

Podplukovník MUDr. Bohumil TICHÁČEK, CSc.

Při studiu vlastností aerosolu kyseliny peroctové jsme vycházeli ze skutečnosti, že pro úspěšnou dezinfekci vzduchu a celého prostředí je důležité, aby aerosol účinkoval spolehlivě nejen na zárodky rozptýlené ve vzduchu, ale také na ty, které jsou usazené na povrchu předmětů v prostoru se nacházejících.

Materiál, metodika a výsledky

Kyselina peroctová: V této části výzkumu jsme pracovali s průběžně ověřovanými roztoky stabilizované kyseliny peroctové, připravené Havlem (Havel 1964). Baktericidní vlastnosti nebyly stabilizací podstatně změněny, v některých srovnávacích pokusech byly dokonce o něco lepší. Pracovní kmeny a kultivační média byly tytéž jako v první části.

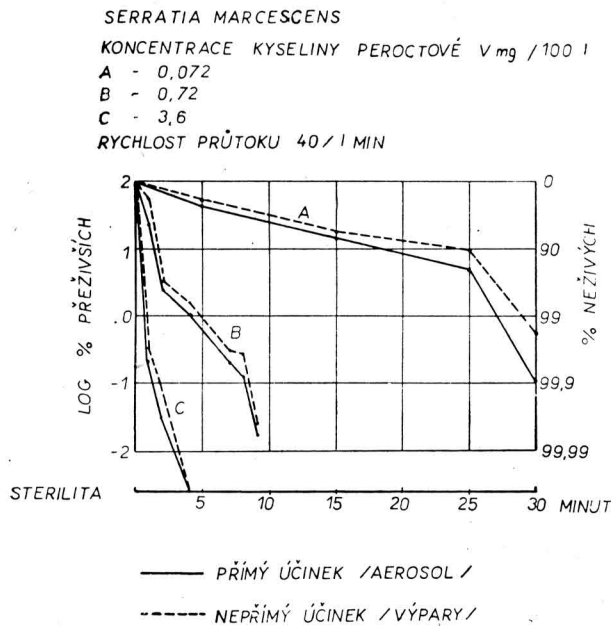
Zkušební aparatura: K provádění zkoušek povrchového účinku aerosolu jsme využili dynamického systému, původně určeného pro studium účinku na rozprašené zárodky (Ticháček 1965). Princip dynamiky zůstal zachován, pokud jde o dezinfekční aerosol. Rozdíl spočíval v tom, že rozprašování perkyseliny bylo nyní prováděno oběma nebulizéry při společném průtoku 40 l vzduchu za minutu. Koncentrace aerosolu byla pak určována jako v první sérii pokusů z hodnot výchozí koncentrace rozprašovaného roztoku a kalibračních křivek obou

nebulizérů při uvedené průtokové rychlosti. Jako model kontaminovaného povrchu jsme zvolili po řadě předpokusů proužky silnější PVC fólie, široké 1 cm a prověřené pokud jde o inertnost vůči bakteriím. Proužky byly upraveny tak, že podle označení bylo možno z jednoho konce odstříhovat čtverečky 1 cm². Tuberkulinovou stříkačkou byla do středu každého čtverečku nanášena kapka 0,02 ml bakteriální testovací suspenze. Manipulace i proces zasychání byly standardizovány, časově i co do teploty (22° C/1 hod.).

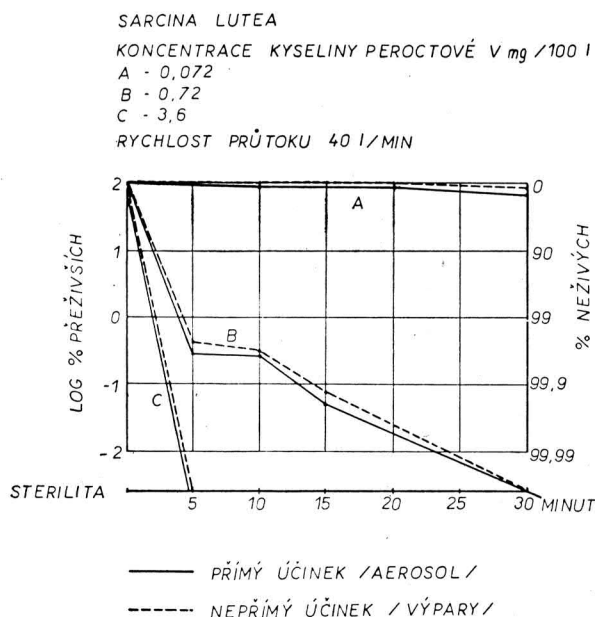
Ve vzdálenosti 20 cm za mísící plexikoulí byl do potrubí vložen T-kus, který umožnil vkládat do proudu pohybujícího se dezinfekčního aerosolu testovací PVC proužky tak, že byly jedním koncem upevňovány na spodní okraj zátky. T-kus byl upraven tak, aby při zasunutí zátky přišly 5 cm dlouhé proužky PVC do styku s aerosolem kyseliny peroctové. Každý pokus byl uspořádán tak, že na zátce byly dva proužky po pěti zaschlých kapkách test-suspenze vystaveny přímému účinku aerosolu a dva další proužky, které měly kapky na odvrácené straně, byly ovlivňovány nepřímo výparů.

Pracovní postup: Po zapojení zařízení a dezinfekčních nebulizérů bylo vyčkáno 10 min. do vyrovnání aerodynamických poměrů. T-kus byl zatím uzavřen. Po 10 min. byla normální zátka nahrazena zátkou s testovacími proužky. Ex-

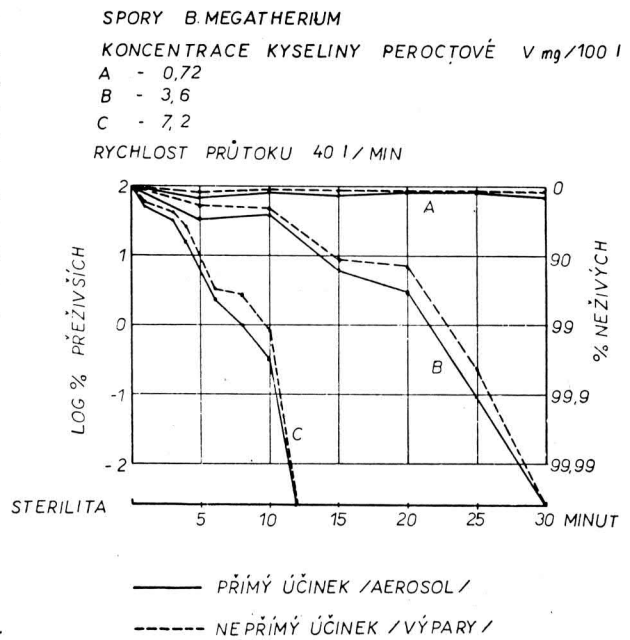
pozice byly určovány chronometricky. Pro každou expozici byla zpracována kontrola pěti čtverečků. Vzorky byly zpracovány obvyklým kvantitativním způsobem pomocí standardizované metodiky vytřepáváním a po nutném statistickém přepočtu byly výsledky vyjadřovány křivkami hynutí ve vztahu ke kontrolám. V průběhu pokusů byla registrována teplota a relativní vlhkost vzduchu. V této části práce se pohybovala teplota v rozmezí 20,6—22,7° C, relativní vlhkost kolísala mezi 48—54 %. Výsledky jsou vyjádřeny na grafech 1, 2, 3, 4, 5.



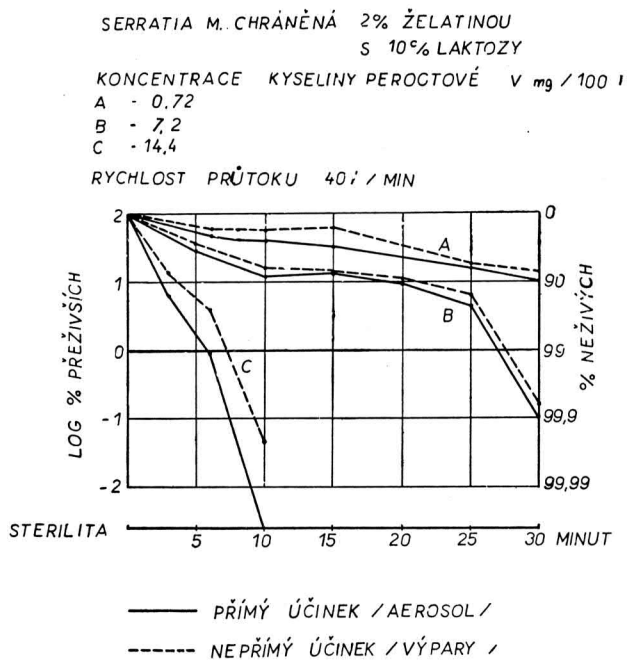
Graf 1. Dynamika povrchového účinku aerosolu kyseliny peroctové na *Serratia marcescens*



Graf 2. Dynamika povrchového účinku aerosolu kyseliny peroctové na *Sarcina lutea*



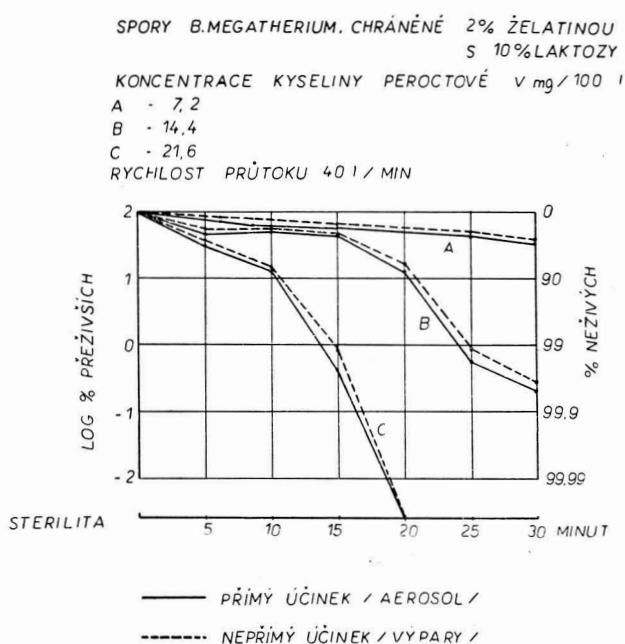
Graf 3. Dynamika povrchového účinku aerosolu kyseliny peroctové na spory *Bacillus megatherium*



Graf 4. Dynamika povrchového účinku aerosolu kyseliny peroctové na *Serratia marcescens* v ochranném vehikulu

Z těchto výsledků lze uzavřít, že

1. přímý povrchový účinek kyseliny peroctové na zaschlé mikroby je velmi dobrý. V dynamickém účinku aerosolu na nechráněné mikroorganismy bylo možno stanovit sterilizující koncentrace u *Serratia marcescens* a *Sarcina lutea* do 5 min., v našich pokusných podmínkách. Tato koncentrace je rovna 3,6 mg/100 l. Nechráněné zaschlé spory *B. megatherium* byly sterilizovány koncentrací 7,2 mg/100 l do 15 minut.



Graf 5. Dynamika povrchového účinku aerosolu kyseliny peroctové na spory *B. megatherium* v ochranném vehikulu

2. V pokusech, jež byly zaměřeny na povrchový účinek aerosolu na mikroby chráněné prostředím, jež je podle našich dřívějších výzkumů možno označit za velmi účinné v produ-

zování přežívání mikrobů, byly rovny účinné sterilizační koncentrace u *Serratia marcescens* 14,4 mg/100 l a u spor *B. megatherium* 21,6 mg/100 l.

3. Nepřímý účinek výparů byl jen o málo horší, často stejně dobrý. Třeba ovšem zdůraznit, že šlo o výpary získané trvalým rozprašováním kyseliny peroctové.

4. Z této skupiny pokusů vyplývá jasně i rozdíl v zasažitelnosti rozprašených zárodků a povrchovým účinkem aerosolů. Tyto rozdíly, vyjádřené vztahem účinné koncentrace k účinné expozici, vyplývají z tabulky 1.

a) Jestliže k 99% redukci rozprašené *Serratia marcescens* stačila koncentrace 0,31 mg/100 l a expozice 6 vteřin, na *Serratia marcescens* zaschlou na povrchu bylo nutno použít u nechráněných mikrobů 0,72 mg/100 l a 4 min. a u chráněných 14,4 mg/100 l a 6 min.

b) U spor *B. megatherium* vypadají pak tyto hodnoty takto: k 99% redukci rozprašených spor bylo třeba 9,3 mg/100 l do 6 vteřin a na nechráněné zaschlé spory bylo třeba 7,2 mg/100 l a 10 min. Stejná redukce u chráněných spor si pak vyžádala koncentraci 21,6 mg/100 l a 15 min. expozici.

c) Sterilizační účinek pak vykazuje obdobné rozdíly: Rozprašená *Serratia marcescens* hyne při 1,55 mg/100 l za 6 vteřin, zaschlá chráněná při 3,6 mg/100 l za 4 min. Zaschlá chráněná *Ser-*

Tabulka 1. Srovnání účinku aerosolu kyseliny peroctové na rozprašené mikroorganismy s jeho povrchovým účinkem

Kmen	Nechráněné mikroby, volně se vznášející ve vzduchu		Nechráněné mikroby, zaschlé na povrchu PVC folie		Mikroby chráněné 2% želatinou s 10% laktózy, zaschlé na povrchu PVC folie	
	$\frac{K}{t}$	k	$\frac{K}{t}$	k	$\frac{K}{t}$	k
99% redukce živých mikroorganismů						
<i>Serratia marcescens</i>	$\frac{0,31}{0,1}$	0,332	$\frac{0,72}{4}$	0,487	$\frac{14,4}{6}$	0,336
spory <i>B. megatherium</i>	$\frac{9,3}{0,05}$	0,362	$\frac{7,2}{10}$	0,231	$\frac{21,6}{15}$	0,160
sterilizační účinek						
<i>Serratia marcescens</i>	$\frac{1,55}{0,1}$	0,160	$\frac{3,6}{4}$	0,671	$\frac{14,4}{10}$	0,397
spory <i>B. megatherium</i>	$\frac{9,3}{0,1}$	0,156	$\frac{7,2}{12}$	0,231	$\frac{21,6}{20}$	0,175

Legenda: $\frac{K}{t}$ — účinná koncentrace v mg/100 l
— čas v minutách

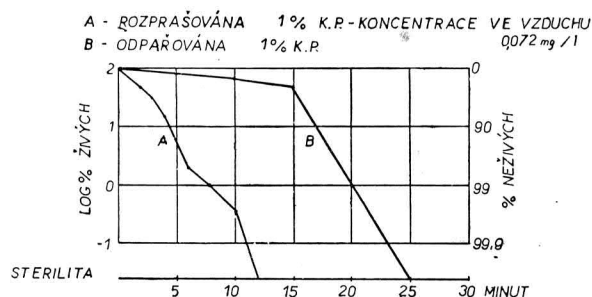
n_0 — počet živých mikrobů v kontrole
 n_t — počet živých mikrobů po dezinfekci

k — $\frac{\log n_0 - \log n_t}{t}$ — (konstanta hynutí)

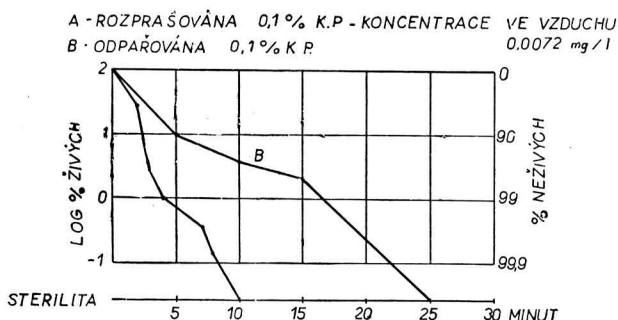
ratia marcescens hyne při koncentraci 14,4 mg na 100 l za 10 min. Rozprašené spory B. megatherium jsou sterilizovány při 9,3 mg/100 l do 6 vteřin, zaschlé nechráněné spory při 7,2 mg/100 l za 12 min. a zaschlé chráněné spory při 21,6 mg/100 l za 20 min.

d) Tyto hodnoty jsou pak dále upřesněny konstantami hynutí.

Další pokusy zjišťovaly baktericidní účinek výparů, získaných samovolným odpařováním kyseliny peroctové při pokojové teplotě bez rozprašování. Pro tyto pokusy bylo užito zjednodušené metodiky spočívající v tom, že zkumavky, obsahující známé množství pracovní koncentrace kyseliny peroctové byly uzavřeny zátkami s upevněnými proužky PVC fólie, podobně jako v dynamickém zkoušení povrchového účinku aerosolu. Po proběhnutí zkoušených expozic a obvyklém kvantitativním zpracování byly výsledky statisticky vyhodnoceny a použity jako podklad pro vyjádření dynamiky hynutí. Ukázalo se, že i touto cestou je možno dosáhnout baktericidního až sterilizačního povrchového účinku, i když při expozicích delších (grafy 6, 7).



Graf 6. Srovnání povrchového účinku aerosolu kyseliny peroctové, získaného rozprašováním a odpařováním. Zkoušený kmen: *Serratia marcescens*



Graf 7. Srovnání povrchového účinku aerosolu kyseliny peroctové, získaného rozprašováním a odpařováním. Zkoušený kmen: spory *B. megatherium*

Podle těchto výsledků hyne *Serratia marcescens* v atmosféře po odpařování 0,1% kyseliny peroctové za 25 min. a spory *B. megatherium* po odpařování 1% kyseliny peroctové za 25 min. Z rozboru pracovního postupu a srovnání účinku výparů získaných rozprašením vyplývají výhody aerosolové aplikace.

Diskuse

Model kontaminového povrchu byl zvolen tak, aby:

1. umožnil kvantitativní vyhodnocení výsledků,
2. představoval ztížené podmínky pro dezinfekční proces,
3. byl přizpůsoben podmínkám v našem již prověřeném dynamickém systému,
4. pracovní manipulace byla co nejjednodušší a ztráty životnosti zaviněné pracovním postupem, popřípadě vlastnostmi materiálu, byly minimální.

Na těchto nosičích bylo možno v případě *Serratia marcescens* prokazovat za 1 hod. po zaschnutí cca 90 % původního počtu živých mikrobů, za 2 a půl hod. již jen 1 % a za 4 hod. 0,1 % (při pokojové teplotě). Tato skutečnost je u vegetativních forem zcela přirozená a je třeba s ní počítat. Z tohoto důvodu je výhodné vyjadřovat výsledky vztahem mezi log % přeživších v čase, kterýžto vztah zahrnuje v sobě i tento přirozený pokles viability mikrobů na testovacích vzorcích.

V případě použití spor jako test mikrobů, představoval přirozený pokles počtu živých jen zlomky procenta původního počtu i v průběhu několika dnů a je tedy málo významný.

Kyselinu peroctovou jsme ředili destilovanou vodou. Američtí autoři (Greenspan a spol., 1955) vyzkoušeli řadu jiných ředidel, aniž by se jim podařilo stabilitu aerosolu zvýšit. Zvyšovali ji proto různými poměry složek v obchodních mixturách. Protože jsme prováděli rozhodující část pokusů s aerosoly kyseliny peroctové, stabilizované odlišným způsobem než u amerických autorů, považovali jsme v této etapě destilovanou vodu za nejvýhodnější. Výsledky laboratorních i praktických zkoušek byly příznivé, přesto však počítáme s tím, že v tomto směru bude možno studium stability aerosolu dále rozvíjet.

Závěry

1. Aerosol kyseliny peroctové vykázal spolehlivý povrchový účinek. Účinné koncentrace pro vegetativní mikroby byly 3,6 mg/100 l při expozici 5 min. a rychlosti pohybu 40 l/min. Pro spory *B. megatherium*, zaschlé na povrchu PVC fólie, bylo třeba zvýšit koncentraci na 7,2 mg/100 l při expozici 15 min. V extrémně ztížených podmínkách pro dezinfekci, u mikrobů chráněných optimálním ochranným prostředím, činila sporocidní koncentrace kyseliny peroctové 21,6 mg/100 l při expozici 20 min.

Všechny tyto výsledky se týkají dynamického působení aerosolu, tj. aerosol byl v pohybu po celou dobu expozice.

2. Velmi účinné jsou i výpary kyseliny peroctové, získané rozprašením. Výpary získané samovolným odpařováním roztoků vykazují rovněž dobrý baktericidní účinek, i když nižší a pomalejší, než dojde-li k evaporizaci po rozprašení kyseliny peroctové.

Za technickou pomoc při ověřování roztoků kyseliny peroctové děkuji inž. Vl. Kulišovi. Za průběžnou technickou spolupráci děkuji dále Libuši Klouzalové a Vladimíru Bubínkovi.

Souhrn

Autor předkládá výsledky studia povrchového účinku aerosolu kyseliny peroctové.

V dynamickém systému byly stanoveny účinné koncentrace a expozice při práci s modelovými kmeny: *Serratia marcescens*, *Sarcina lutea* a spory *B. megatherium*.

V průběhu pokusů byl sledován jednak pří-

mý povrchový účinek aerosolu, jednak nepřímý účinek výparů.

Dosažené výsledky jsou základem pro ohodnocení aerosolu kyseliny peroctové jako vysoce účinné formy k prostorové dezinfekci.

Literatura

Havel S.: Výzkum výroby kyseliny peroctové k dezinfekčním účelům, záv. zpráva výzkumu, 1964, VŠCHT, Pardubice.

Greenspan a spol.: Proc. the 42. ann. meet. of the Chem. Spec. Manuf. Ass., Dec., 5, 6, 7, 1955.

Ticháček B.: Voj. zdrav. l. 1965 – v tisku.