

614.484:614.78:711.7

MOŽNOSTI DEZINFEKCE MĚSTSKÝCH KOMUNIKACÍ POMOCÍ ODPADNÍCH FENOLOVÝCH VOD

Major MUDr. Adolf PAZDIORA, MUDr. Jiří MAN, Městská hyg. epid. stanice Plzeň
Technická spolupráce A. KLOUČKOVÁ a praporčík J. CHALOUPEK

Dosavadní běžná praxe [6] počítá při dezinfekci terénu s použitím chlorového vápna ve 20% roztoku v množství 2 litry na 1 m² povrchu. Propočtením spotřeby chlorového vápna na jednu širší městskou komunikaci o délce přibližně 3/4 km jsme došli k požadavku 2,7 tuny chlorového vápna na dezinfekci této plochy (povrch vozovky a chodníků).

Protože toto množství chlorového vápna není k dispozici obvykle ani na ošetření několika málo ulic jednoho města, hledali jsme jiné, snadno dostupné dezinfekční činidlo. Vyzkoušeli jsme proto účinky fenolové odpadní vody, kterou denně v dostačujícím množství produkují Závody V. I. Lenina v Plzni a jiné závody; vzniká v průmyslu všude tam, kde se vyrábí generátorový plyn nebo svítiplyn. Dezinfekční vlastnosti fenolových odpadních vod jsme si vyzkoušeli laboratorně a pomocí modelových pokusů.

Metodika

Měřítkem účinnosti chemických dezinfekčních prostředků, zvláště fenolové řady, je tzv. **fenolový koeficient** (FK). Použili jsme k jeho výpočtu Rideal-Walkerovy metody [cit. Raška] (1). FK byl počítán pro mikroby druhu *Escherichia coli*, *Staphylococcus pyogenes* a *Pseudomonas aeruginosa* z běžného klinického materiálu, všechny pokusy se stejnými kmeny. V dalším jsme prověřovali dezinfekční efekt neředěné fenolové vody na různé mikroby, abychom si zjistili účinné **antimikrobní spektrum** a srovnali je s účinky jiných dezinfekčních prostředků. Pokusy byly provedeny v 10 ml neředěné fenolové vody, do které přidáno 0,2 ml 24hodinové bujónové kultury příslušného kmene a po určené expozici vyočkováno kličkou do játrových bujónů. Jako kontrola sloužilo vždy 10 ml sterilního fyziolo-

gického roztoku s přídavkem 0,2 ml kultury. U všech pokusů jsme výsledky předběžně odečítali za 24 hodin, definitivně za 6 dnů.

Při prověřování dezinfekčních prostředků je třeba povšimnout si též tzv. **teplotního koeficientu** [4,5], který číselně vyjadřuje obecnou zákonitost chemické dezinfekce — stoupání dezinfekčního účinku se zvýšením teploty. K pokusům bylo použito kmene *Pseudomonas aeruginosa* pro jeho typický růst v bujónu, umožňující do jisté míry vizuální kontrolu čistoty kultury.

Důležitý je rovněž výpočet **koeficientu ředění** [4,5], který ukazuje, jak se mění rychlost účinku se změnou koncentrace. Stejně jako minulé, i tyto pokusy byly provedeny sériovým ředěním fenolové vody s různou dobou expozice a s vyočkováním do játrových bujónů.

Obdobná byla i metodika pokusů ke zjištění minimálně nutné **expoziční doby**.

K praktickému ověření laboratorních zkoušek jsme přikročili k **modelovým pokusům**, které se nám zdály jednodušší a reprodukovatelnější než terénní.

V první sérii pokusů nám jako model povrchu městských komunikací sloužily větší terazzové desky a porézní dlaždice velikosti 20 × 20 cm; první napodobovaly nepropustné městské dlaždení, druhé polopropustný povrch sypaných vozovek. Před pokusem byly omyty horkou vodou, opláchnuty sterilní destilovanou vodou a po oschnutí byla na ně nakreslena dermografem síť o polích 10 × 10 cm. Desky i dlaždice byly uloženy s mírným sklonem, aby dezinfekční roztok odtékal podobně jako ve skutečnosti.

K zamoření jsme použili 24hodinové bujónové kultury kmene *Serratia marcescens*, ředěné

1 : 25 sterilním fyziologickým roztokem. Rozprášení bylo provedeno flitovou stříkačkou, pokusné odmoření neředěnou fenolovou vodou pomocí zahradní konve, vždy na jedné polovině zamořené plochy. Baktericidní účinek jsme kontrolovali metodou stěrů vždy z pěti čtverců o ploše 10×10 cm podle metodiky uváděné Raškou a spol. (1).

Celkem provedeny 2 takovéto pokusy, u každého se dvěma expozičními dobami. Ukázalo se, ve shodě s laboratorními výsledky, že již doba 10 minut je dostatečná k úplnému potlačení kmene *Serratia marcescens*. Tabulky 5 a 6 udávají bližší podrobnosti pokusů a počet kolonií vyrostlých na Endově půdě.

Ve druhé sérii modelových pokusů jsme si chtěli prověřit, zda dezinfekční účinek fenolových vod na dlaždicích není pouze mechanický, tj. zda nedojde k pouhému opláchnutí mikrobů. Proto jsme jako kontroly použili vodovodní vody. Metodika práce byla v podstatě stejná jako u první série pokusů, kultura *serratie* byla však ředěna 1 : 50, k odmoření jsme přikročili po 30 minutách a expozice byla 20 a 40 minut. Tam-póny jsme tentokrát vytřepávali 5 minut na třepáče v 5 ml fyziologického roztoku.

Výsledky

Průměrný **fenolový koeficient** pro *Escherichia coli* byl 0,02 (průměr z pěti pokusů), pro *Staphylococcus pyogenes* 0,03 (z šesti pokusů) a pro *Pseudomonas aeruginosa* 0,03 (z pěti pokusů). Pokusy, opakovanými se stejnou šarží fenolové vody za tři týdny, bylo prokázáno, že FK se za tuto dobu nezměnil. Nebyly zachyceny ani signifikantní rozdíly FK mezi 4 vzorky odebranými v rozmezí 14 dnů.

Antimikrobní spektrum ukázalo spolehlivý efekt na běžné vegetativní formy mikrobů a neúčinnost na sporulující mikroby i po prodloužené expozice na 24 hodin. Bližší v tabulce 1.

Tabulka 1

Antimikrobní spektrum

Kmen	Expozice			
	10'	20'	30'	40'
<i>Staph. pyogenes</i>	—	—	—	—
<i>Esch. coli</i>	—	—	—	—
<i>Pseudom. aerug.</i>	—	—	—	—
<i>Serratia marc.</i>	—	—	—	—
<i>Salmonella TA</i>	—	—	—	—
<i>Bac. anthracoides</i>	+	+	+	+

Podklady pro výpočet teplotního koeficientu ($\theta = \text{theta}$) dává tabulka 2. K výpočtu použito metody uváděné McCullochem (4).

Tabulka 2

Teplotní koeficient

Koncentr. expozice	T = 4° C						T = 24° C					
	5'	10'	15'	20'	25'	30'	5'	10'	15'	20'	25'	30'
konc.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1 : 2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1 : 4	+	+	—	—	—	—	+	+	—	—	—	—
1 : 8	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
$\theta_{20} = \frac{15}{10} = 1,5$ $\frac{\log 1,5}{20} = \log \theta$												
$\theta = 1,02$ pro každý stupeň												

K výpočtu **koeficientu ředění** sloužily výsledky uvedené v tabulce 3.

Tabulka 3

Koeficient ředění

Konc. FV = C	Účinná expozice = t	log C	log t
50 %	5	1,69897	0,69897
25	30	1,39794	1,47712
20	50	1,30103	1,69897

Vzorec pro výpočet (McCulloch) (4)

$$n_1 = \frac{\log t_2 - \log t_1}{\log C_1 - \log C_2} \quad n_1 = 2,6$$

$$n_2 = \frac{\log t_3 - \log t_2}{\log C_2 - \log C_3} \quad n_2 = 2,3$$

Průměrný koeficient ředění je tedy 2,4.

Tabulka 4

Minimální expoziční doba

kmen expozice	10"	20"	30"	40"	50"	60"	90"	120"	150"
<i>Strept. faecalis</i>			—			—	—	—	—
<i>Candida alb.</i>			—			—	—	—	—
<i>Esch. coli</i>	—	—	—	—	—				
<i>Staph. pyogenes</i>	+	—	—	—	—				
<i>Bac. anthrac.</i>			+			+	+	+	+

Jak z tabulky vyplývá, byl dezinfekční efekt u vegetativních forem mikrobů prakticky okamžitý.

První série modelových pokusů přinesla tyto výsledky:

Tabulka 5

Modelový pokus I

Terazzo	Počet kolonií				
Stěry před dezinfekcí	∞	∞	∞	∞	∞
Kontrol. stěry po 20' od zamoření	∞	∞	∞	∞	∞
Stěry po 20' expozici	0	0	0	0	0
Kontrol. stěry po 60'	∞	∞	60	28	∞
Stěry po 60' expozici	0	0	0	0	0

Sterilita tampónů byla kontrolována rovněž naočkováním játrových bujónů.

Tabulka 6

Modelový pokus II

Dlaždice	Počet kolonií				
Stěry před dezinfekcí	2	120	40	50	/
Kontrolní stěry po 10' od zamoření	54	76	17	14	/
Stěry po 10' expozici	0	0	0	0	0
Kontr. stěry po 100'	19	47	16	28	/
Stěry po 100' expozici	0	0	0	0	0

Ve druhé sérii modelových pokusů jsme dospěli k těmto výsledkům:

Tabulka 7

Modelový pokus III

Dlaždice	Počet kolonií									
	Dezinfikovaná plocha					Kontrolní plocha				
Po zamoření	450	600	100	600	480	1200	532	180	170	164
Po 20' expozici	0	0	0	0	0	33	250	190	164	43
Po 40' expozici	0	0	0	0	0	9	14	4	45	0

Jak vyplývá z tabulky, polítky kontrolní plochy vodovodní vodou vedlo ke snížení počtu zárodků asi na jednu třetinu, zatímco fenolová voda za 20 minut expozice způsobila, že po vyočkování výtřepku stěru na Endovu plotnu nevyrostla ani jediná kolonie.

Diskuse

Podle výsledků našich pokusů je průměrný fenolový koeficient fenolové vody 0,03, takže ji lze zařadit mezi slabé dezinfekční prostředky (svor. FK etylalkoholu 0,039 — Vaškov [2]).

Z těchto důvodů jsme také při výpočtu FK upustili od metodiky nosičů, neboť nejde o silné antiseptikum, které by v množství přeneseném do bujónu mohlo výsledek nějak ovlivnit (Patočka) [3]. Orientačním chemickým rozбором jednoho vzorku bylo zjištěno (M. Háha), že obsahuje 1 % jednomocného fenolu. Jelikož ve fenolové vodě je obsažena v malém množství též směs kresolů a jiných látek více či méně dezinfekčně aktivních, domníváme se, že námi zjištěná hodnota FK je zhruba ve shodě s chemickým složením.

Jak vyplývá ze zjištěného antimikrobního spektra, má zkoušená fenolová voda, podobně jako kyselina karbolová, dobrý dezinfekční účinek jen na vegetativní stadia mikrobu, na spory neúčinkuje ani při expozici 24 hodin. Nepříznivé účinky nízké teploty na dobu expozice jsou dobře známy u fenolu a jeho derivátů [1, 2, 5]. Podle našeho výpočtu teplotního koeficientu prodlouží se doba expozice asi 2krát při poklesu teploty o 20° (1,02krát při poklesu teploty o 1° C). Chicková [5] v roce 1908 došla u fenolu k hodnotě tepelného koeficientu 2,6 (1,1 pro 1° C) pro rozmezí 20° C — 30° C. Pro rozmezí 11° C — 21° C uvádí výsledek 2,2 (1,08 pro 1° C). V roce 1910 dospěla Chicková [5] se Salmonellou typhi v rozmezí teplot 49°—54,1° C k hodnotě $\theta = 1,67$ pro každý stupeň, což znamená 170 pro 10° C.

Z těchto čísel vyplývá, že značné rozdíly v dezinfekčním účinku jsou až při vyšších teplotách roztoku.

Pro přehlednost:

Rozmezí teplot

4° — 24°

11° — 21°

20° — 30°

49° — 54,1°

$\phi = 1,02$ pro každý stupeň (naš výsledek)

$\phi = 1,08$ pro každý stupeň (Chicková)

$\phi = 1,10$ pro každý stupeň (Chicková)

$\phi = 1,67$ pro každý stupeň (Chicková)

Přehled hodnot současně ukazuje, že náš výsledek je v souladu s výsledky Chickové. Námi navrhovaná asanace komunikací počítá s teplotami roztoku pod 30° C, takže výkyvy v nutné expoziční době by nebyly veliké.

Koeficient ředění se u fenolových vod námi zkoušených rovnal 2,0, což znamená při ředění na polovinu prodloužení nutné expoziční doby na čtyřnásobek. Běžné udávané hodnoty koeficientu ředění u fenolu se pohybují kolem 6 (Chicková, Watson) [5]. Ředění fenolových vod při dezinfekci komunikací by však bylo nemístné a zbytečné.

Výsledky získané modelovými pokusy jsou poměrně příznivé, ukazují, že ke zničení kmene *Serratia marcescens* dojde již za 10 minut expozice a že nejde o pouhé spláchnutí. Značné rozdíly v mikrobiální kontaminaci jednotlivých polí si vysvětlujeme nerovnoměrným postřikem flietovou stříkačkou.

Běžnému použití fenolových vod k dezinfekci městských komunikací je ovšem na závadu nepříjemný zápach těchto odpadních vod, zejména sirovočkovitý, silně znatelný v některých vzorcích. Domníváme se ale, že mohou nastat situace, kdy tato nepříjemná vlastnost může být menším zlem. Konečně ani masívní použití chlo-

rového vápna by nebylo ničím příjemným. Další zápornou vlastností fenolu je jeho slabý účinek na viry, udávaný v literatuře (např. McCulloch) (4). Ostatní nepříznivé vlastnosti fenolu (dráždivost na kůži, nerozpustnost ve vodě ve větším procentu) (4) se v našem případě stěží mohou uplatnit. Značnou výhodou fenolových vod by byla snadná dostupnost v dostatečném množství, stabilní účinnost a možnost jednoduchého použití pomocí kropících vozů bez manipulace s ředěním.

Závěr

Domníváme se, že za určité výjimečné situace, při nedostatku účinnějších prostředků, by mohly snadno dostupné a levné fenolové odpadní vody pomoci řešit obtížný problém asanace městských komunikací. Bylo by vhodné další rozpracování

tohoto námětu a zejména jeho vyzkoušení v praxi.

Souhrn

Autoři vyzkoušeli dezinfekční vlastnosti fenolových odpadních vod laboratorně a pomocí modelových pokusů. Na jejich základě upozorňují na možnosti dezinfekce městských komunikací pomocí fenolových vod za výjimečných situací.

Písemnictví

1. Raška a kol.: Dezinfekce, dezinfekce, deratizace, SZdN, Praha 1956.
2. Vaškov: Rukovodstvo po dezinfekcii, dezinfekcii i deratizacii. Medgiz, Moskva 1952.
3. Čas. lék. Českých — Patočka — 1938, 29 (cit. Ticháček — Čs. epid. mikrob. 1961—2).
4. McCulloch: Desinfection and Sterilization — Lea & Febinger, Philadelphia 1935.
5. Topley, Miles: Topley and Wilsons Principles of Bakteriologie and Immunity, III. vydání 1946, Butler & Fanner Ltd.
6. Ticháček B.: Dezinfekce terénu baktericidními dýmy. Kandidátská práce 1959.