

356.33:614.777:616.48

DEZINFEKCE PITNÉ VODY V POLNÍCH LAHVÍCH

Podplukovník MUDr. Jaromír SKALICKÝ

Vojenský ústav hygieny, epidemiologie a mikrobiologie, Praha

Při dezinfekci individuálních dávek pitné vody v polních lahvích jde často o vodu povrchovou, různě znečištěnou a kontaminovanou mikroby. Prostředky k dezinfekci pitné vody v poli mají mít hlavně vysokou účinnost na co nejširší spektrum mikrobů, virů, spor, toxinů (popřípadě i se zvýšenou jejich rezistencí v podmínkách, do nichž jsou aplikovány), rychlé působení, jednoduchý způsob aplikace, snadnou kontrolu obsahu zbytkových hodnot ve vodě, podle možnosti neovlivnění pachu a chuti vody, schopnost snadné a rychlé likvidace případné superkontaminace vody alespoň vegetativními mikroby a navíc také co nejmenší váhu a objem, dlouhodobou skladovatelnost při plném zachování dezinfekčního účinku.

Armáda USA používala ve 2. světové válce k dezinfekci individuálních dávek pitné vody tablety Halazone, schválené r. 1942 jako prostředek z nouze (2), které obsahovaly 2,2 mg Cl_2 , kteroužto hodnotu si udržely po 2 roky skladování. Při dezinfekci „čiré“ povrchové vody se používaly 2 tabl. na láhev, při dezinfekci vody zakalené pak 4 tbl. (8,8 mg Cl_2); nutná doba působení byla 30 minut. Dezinfikovaná voda dostávala silnou chlorovou příchutí a pach. Byly navrženy také tablety chlornanu vápenatého, obsahující 16 mg Cl_2 na jednu dávku; rychle však ztrácely svoji účinnost, a proto byly z praktického používání vyřazeny (2).

Sovětská armáda používala tablety Pantocid, uvolňující nejméně 3,0 mg Cl_2 , které se rozpouštěly při teplotě vody 8–25°C za 15–20 minut (6). Podle Krotkova 1962 (9) odezinfikuje vodu v polní láhvi (750 ml) 1 tbl. Pantocidu za 45 minut, na znečištěné povrchové vody je třeba použít 2 tbl., ale voda se stává nechutnou (13). Kde jen to bylo možné, užívalo se proto k pití vody převařené (12, 13).

Miczko 1962 (14) zjistil u Pantocidu skladovného 5–6 let průměrně 3,7 mg Cl_2 , u starších šarží pak pod 3,0 mg Cl_2 . V jednotlivých tabletách i ze stejné tuby však obsah Cl_2 podle citovaného autora silně kolísal.

Ryžov a Štannikov 1959 (17) odezinfikovali virus polio Pantocidem při hodnotách zbytkového Cl_2 0,5–2,1 mg/l za 30 minut, doba 15–20 minut nedostačovala.

Liškutin 1957 (11) uvádí, že přidáním 300 mg kyseliny vinné nebo citronové k Pantocidu se zlepšil baktericidní účinek Pantocidu. Souvisí to s obecně známým poznatkem, že při snížení pH je dezinfekční schopnost chlorových preparátů podstatně vyšší.

Neopantocid (= chloristan vápenatý a sodný + pyrosiřičitan sodný s obsahem asi 1 % železa) byl zaveden v sovětské armádě v r. 1943. Podle Michalevy (8) hubil koliformní mikroby při koncentraci 3–5 mg Cl_2 /l za 10–15 minut a spory antraxu při dávce 10 mg/l Cl_2 za 15–20 minut. Při dezinfekci povrchových vod bylo zapotřebí k dosažení výše uvedeného dezinfekčního účinku dvojnásobných dávek, takže musela následovat dechlorace (6). Snížená teplota vody neprodlužovala tak významně dobu dezinfekce jako u Pantocidu (6).

Před první světovou válkou a v jejím průběhu byla k dezinfekci pitné vody v polních lahvích intenzivně zkoušena možnost použití pevných peroxydů ve formě tablet. Ambros 1912 (1) a hlavně Kunow 1913 (10) prověřovali a doporučili k použití tablety Perhydrid Merck, Hyperol Richter a Ozoron Bayer. K oživení tohoto výzkumu došlo ve 30. letech, kdy byly objeveny katalytické účinky některých oligodynamických kovů při dezinfekci vody peroxydy.

Z našich autorů sledovali dezinfekční účinky peroxydů, resp. jejich použitelnost k dezinfekci pitné vody zvl. v malých objemech Ševčenko 1951 (20), Polster 1954 (15), Tušl 1955 (21, 22), Raška 1956 (16), Stuchlík 1958 (19) a kolektiv autorů 1962 (7).

Materiál a metodika

Srovnávali jsme dezinfekční účinnost tablet Pantocidu, chloraminu a námi navržených tablet obsahujících 35–40 mg Na_2O_2 a 1 mg $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ při dezinfekci masívně E. coli uměle kontaminované pramenité vody a celé řady vod povrchových. Používali jsme tyto dezinfekční preparáty:

— Pantocid Spofa tbl. po 0,01 g šarže 16 09 57 s průměrným obsahem Cl_2 3,0043 mg \pm 0,4537 mg.

- Chloramin Spofa tbl. po 0,06 g šarže 06 12 52 s průměrným obsahem aktivního Cl_2 $4,31 \pm 0,30$ mg v tabletě.
- Peroxydové tablety námi navržené a vyrobené v Léčiva n. p. Praha obsahující jako účinné složky 35 až 40 mg Na_2O_2 a 1,0 mg $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$.

V průběhu pokusů jsme sledovali teplotu vody, pH a obsah dezinfekčního prostředku. Vzorky vody byly vyšetřovány bezprostředně před započítáním pokusu a pak za 3', 5', 10', 30', 1 hod., 2 hod. a 24 hod. Vyočkování bylo provedeno vždy sterilní pipetou po promíchání vzorku na Endo-

vu půdu po 0,5 ml vody, kultivace 24 hod. při 37° C. Odečítali a hodnotili jsme červené kolonie s kovovým leskem a dezinfekční účinek pak vyjadřovali v procentech vzhledem k průměrnému počtu kolonií zjištěnému ve vzorcích před zahájením dezinfekce. Za odezinfikované jsme považovali vzorky, kde počet mikrobů klesl nejméně o 99 % původního počtu.

Obsah Cl_2 v chlorových preparátech jsme stanovili titračně (5), obsah zbytkového Cl_2 ve vodě pak kolorimetricky s ortotolidinem (5). Volný kyslík v Na_2O_2 manganometricky po převedení Na_2O_2 na H_2O_2 v kyselém prostředí s kyselinou boritou. Ke stanovení zbytkového Na_2O_2 v dezinfikované vodě jsme pak použili metodu podle Kalhousové 1963 (4).

Tabulka 1

Srovnání účinku tablet Chloraminu, Pantocidu a peroxydu sodíku při dezinfekci pramenité vody v polních lahvích.

Dezinfekční prostředek	Ukazatel	Čas dezinfekce						
		3'	5'	10'	30'	1 hod	2 hod	24 hod
Chloramin 06 12 52	coli	70,5	52,0	38,0	0,75	0,1	0	—
	pH	—	7,1	—	7,1	7,1	7,1	7,5
	Cl_2	—	0,7	0,8	1,2	1,1	0,9	0,5
Pantocid 09 12 55	coli	13,2	0,1	0	0	0	0	—
	pH	—	6,9	—	6,9	7,0	7,0	7,6
	Cl_2	—	0,3	0,5	0,6	0,6	0,5	0,3
Na_2O_2	coli	24,5	3,5	0,3	0	0	0	—
	pH	—	8,7	—	8,5	8,4	8,4	8,3
	Na_2O_2	—	26,4	—	24,5	22,3	17,6	0
Kontrola	coli	96,9	95,4	92,5	84,8	84,8	82,0	103,0
	pH	—	—	—	7,2	7,0	6,9	7,1

Poznámka: Počty koli jsou uvedeny v procentech proti hodnotě při zahájení pokusu (= 100 %). Počet mikrobů koli ve vzorcích byl při zahájení pokusů kolem 2400 v 1 ml. Uvedené hodnoty jsou průměry ze 4 stanovení.

Tabulka 2

Účinek tablet Pantocidu a peroxydu sodíku při dezinfekci E.coli v povrchových vodách.

Dezinfekční prostředek	Ukazatel	Čas dezinfekce									
		5'		10'		30'		1 hod.		2 hod.	
		\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
Pantocid 09 12 55	coli	65,6	± 28,3	46,2	± 28,7	12,1	± 22,7	9,3	± 19,8	—	
	Cl_2	0,35	± 0,18	—		0,55	± 0,29	0,62	± 0,34	0,54 ± 0,30	
Na_2O_2 tbl	coli	66,7	± 34,6	45,5	± 31,7	2,3	± 3,6	0,22	± 0,78	—	
	Na_2O_2	28,9	± 5,7	—		28,6	± 5,8	26,5	± 4,9	21,6 ± 4,9	
Kontrola	coli	—		—		91,2	± 10,7	87,2	± 11,5	88,2 ± 20,1	

Poznámka: Počty koli jsou uvedeny v % k hodnotám v čase 0'. Hodnoty Cl_2 a Na_2O_2 jsou uvedeny v mg/l. Výsledky jsou průměry z 10 samostatných stanovení.

Výsledky

V první řadě jsme provedli pokusy s čerstvou pramenitou vodou těchto chemických vlastností: pH = 6,7, tvrdost celková 17,2° něm., oxydatelnost 1,2, železo 0, amoniak 0, chloridy 28,0, sírany 60,0, dusitany 0, dusičnany 55,0 (vesměs mg/litr). Voda byla kontaminována kulturou E. coli na hodnoty kolem 2400 mikrobů v 1 ml a pak rozplněna po 750 ml do hliníkových polních lahví, jejichž objemy kolísaly od 800 do 910 ml ($\bar{x} = 839 \pm 36$ ml). Pokus byl zopakován za stejných podmínek celkem 4krát a v tab. 1 shrnujeme průměry z dosažených hodnot. Teplota vody kolísala v průběhu pokusů v rozsahu od 18 do 21° C.

Při použití tablet Pantocidu proběhla dezinfekce E. coli ve všech případech do 5. min., kdy již byly hodnoty zbytkového Cl_2 0,2 až 0,4 mg/l, zatímco maximální zjištěné hodnoty Cl_2 (0,6 mg/l) byly pozorovány až po 30–60 min. Dezinfekce vody tabletami Chloraminu byla ukončena

za 30 — 60 minut, kdy byly rovněž pozorovány nejvyšší hodnoty zbytkového Cl_2 (1,2 a 1,1 mg/l). Rychlost uvolňování zbytkového Cl_2 , související s rychlostí rozpouštění tablet, byla u obou výše uvedených preparátů prakticky stejná.

Tablety peroxydové odezinfikovaly kontaminovanou pramenitou vodu do 5 až 10 minut při hodnotách zbytkového Na_2O_2 20 až 25 mg/l. Nejvyšší hodnoty peroxydu jsme pozorovali již za 5 minut od vhození preparátu (aniž bylo lahve mí třepáno), což svědčí o velmi dobré rozpustnosti tablet.

pH vody se zvyšovalo na hodnotu 8,5 — 9,0, které ještě nevyžadují dodatečné úpravy (např. kyselinou citrónovou).

Výsledky celé řady provedených dezinfekčních pokusů s přirozenými, masívně kulturou *E. coli* kontaminovanými povrchovými vodami při použití tablet Na_2O_2 a Pantocidu shrnujeme v tabulce 2. Vyhodnocovali jsme pouze výsledky pokusů, které proběhly za přibližně stejných podmínek (teplota vody, pH).

Ukázalo se, že tablety Na_2O_2 odezinfikovaly vzorky povrchových vod v průměru ve všech případech do 60 minut, kdežto tablety Pantocidu po této době pouze snížily počty koliformních mikro- bů zhruba o 90 %.

Diskuse

Soudíme stejně jako Kunow 1913 (10), že při ověřování účinků a použitelnosti prostředků navrhaných k dezinfekci individuálních dávek pitné vody v polních podmínkách je vhodné pracovat v první řadě s masívně kontaminovanými povrchovými vodami a nelze se omezit na pokusy ve vodě destilované za standardních podmínek, kdy mohou být dosaženy podstatně odlišné výsledky.

Blockádu zbytkového Cl_2 a Na_2O_2 jsme nepro- váděli, když jsme se přesvědčili, že pouze zmíně- né dezinfekční prostředky v substanci jsou schopny zabránit růstu kultury *E. coli* na Endo- vě půdě (18).

Peroxydy byly nejčastěji doporučovány k de- zinfekci pitné vody v polních lahvích (1, 10, 3, 15, 19) a také nám ukázaly v tomto směru pero- xydové preparáty velmi slibné výsledky.

Obsah aktivního Cl_2 v námi používaných table- tách Pantocidu v jednotlivých 10 ověřovaných ori- ginálních rourkách s korkovou zátkou zalitou parafinem v poměru velmi silně kolísal. V někte- rých případech, kde zátky dostatečně netěsnily, vzduch zalitý parafinem byl obsah Cl_2 v jednot- livých tabletách i pod 1,0 mg. Podobné nálezy měl také Miczko 1962 (14).

Při dezinfekci *E. coli* v povrchové vodě table- tami Pantocidu jsme v jiných pokusech (18) zkrátily intenzivním třepáním lahví dobu dezín- fekce v průměru ze 120 minut na 60 minut, při použití tablet peroxydových byla dezinfekce ukončena bez ohledu na třepání lahví zpravidla do 30 minut.

Po dvou letech skladování námi ověřovaných peroxydových tablet nepoklesla aktivní složka

v žádném ze sledovaných případů (skladování na přímém světle, ve tmě, při teplotě 18° C, 37° C při použití zátek PVC zalitých i nezalitých parafinem) pod 50 % původní hodnoty (18), při- tom spotřeba peroxydu byla při dezinfekci po- vrchových vod zpravidla v rozsahu do 10 mg/l, takže jeho množství v používaných tabletách je opulentní i při výše uvedených ztrátách.

Peroxyd sodíku se v pramenité vodě projevuje slabě nahořklou příchutí, postřehnutelnou větší- nou osob při koncentraci 20 mg/l. Rovněž chlor- amin při hodnotách zbytkového Cl_2 do 0,7 mg/l dezinfikovanou vodu chuťově nepříznivě neovliv- ňuje (18).

Dezinfekční prostředky k individuálnímu po- užití je nutno považovat za nouzové a použitelné s nadějí na úspěch jen v takových případech při dezinfekci pitné vody v polních lahvích, kde ne- hrozí nebezpečí použití bojových biologických prostředků, zvláště spor. Nutno brát v úvahu, že tato dezinfekce zpravidla také nezneškodní látky otravné a nikdy ne látky radioaktivní, pokud by v dezinfikované vodě snad byly přítomny.

Souhrn

K dezinfekci individuálních dávek pitné vody v polních podmínkách byly vyrobeny a vyzkoušeny tablety obsahující 35—40 mg peroxydu sodíku a 1,0 mg $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Jejich vlastnosti byly srovnány s tabletami Pantocidu a Chloraminu při dezinfekci masívně *E. coli* kontaminované vody pramenité z různých vod povrchových. Jako účinnější se při- tom osvědčily tablety peroxydové.

Резюме

Для дезинфекции индивидуального запаса питьевой во- ды в полевых условиях были изготовлены и испытаны таблетки, содержащие 35-40 мг перекиси натрия и 1,0 мг $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Свойства этих таблеток сравнивались со свойствами таблеток Пантоцида и Хлораминна при дезин- фекции воды, сильно зараженной *E. coli* и взятой из различных поверхностных водных источников. Было уста- новлено, что более эффективными оказались таблетки, содержащие перекись натрия.

Summary

For the disinfection of individual portions of drin- king-water in field conditions were tablets, contain- ing 35—40 mg sodium peroxyd and 1,0 mg $\text{Cu} \cdot \text{SO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ produced and examined. Their qualities were compared with that one of Pantocid and Chloramin tablets used for disinfection of spring-water mas- sively contaminated with *E. coli* from different sur- face waters. The peroxyd tablets were more effec- tive.

Literatura

1. Ambroz A.: Vergleichende Untersuchungen über die bakterizide Wirkung einiger Wasserstoffsperoxyd-Präparate. Z. Hyg. Infekt-Kr. 72:470, 1912.
2. Coates J. B. et al.: Preventive Medicine in World War II. Vol. II. Environmental Hygiene. Army Medical Service.
3. Just J.: The Bactericidal Properties of Hydrogen Peroxyde in Water. Roczn. p. Zakl. Hyg. 1, 1:44, 1950.

4. Kalhousová H.: Stanovení peroxydu ve vodě. Vodní hosp. 3:108, 1963.
5. Kolektiv: Jednotné analytické metody JAM č. 2. Voda. Praha 1953.
6. Kolektiv: Opyt sovetskoj mediciny v Velkoj Otečestvennoj Vojne. Tom. 33. Moskva 1955.
7. Kolektiv: Zdravotnická ochrana proti biologické válce. Praha 1962.
8. Krotkov F. G.: Vojennaja gigijena. Moskva 1960.
9. Krotkov F. G.: Učebnik vojennoj gigijeny. Moskva 1962.
10. Kunov: Die Gewinnung von keimfreien Trinkwasser im Felde. Z. Hyg. Infekt-Kr. 75:311, 1913.
11. Liškutin J.: Vojenská hygiena. Praha 1957.
12. Merzejev A. N.: Komunalnaja gigijena. Moskva 1951.
13. Maximenko S. S.: Izyskanije sredstv dlja obezzaraživanija individualnych zapasov pitevoj vody. Voj. med. Žurnal 4:51, 1955.
14. Miczko L.: Úbytek aktivního chloru během skladování tablet Pantocidu. Neubl. práce 1962.
15. Polster M., Bochořák Z.: Desinfekce vody pevnými sloučeninami peroxydu vodíku. Čs. Hyg. 6:291, 1954.
16. Raška K. a kol.: Desinfekce, desinsekce a deratisace. Praha 1958.
17. Ryzov H. V., Štannikov E. V.: Očistka vody zaražennoj virusom poliomyelita. Gigijena, 3:19, 1959.
18. Skalický J.: Dezinfekce pitné vody peroxydem sodíku v poli. Závěrečná zpráva úkolu MNO, Praha 1964.
19. Stuchlik H.: Desinfekce vody. Praha 1958.
20. Ševčenko A.: Sterilizace pitné vody. Voda, 2:25, 1951.
21. Tušl M.: Desinfekce studní. Sborník prací VLA JEvP sv. II. Praha 1955.
22. Tušl M.: Desinfekce vody pevnými peroxydy. Voj. zdrav. listy 6:257, 1957.