

614.777:614.484:546.717.32

POUŽITELNOST MANGANISTANU DRASELNÉHO PRO NOUZOVOU DEZINFEKCI PITNÉ VODY

RNDr. Jaromír VEGER, CSc.

Výzkumný ústav vodohospodářský, Praha — Podbaba

Manganistan draselný se jako prostředek pro úpravu vody používá již několik desítek let. Uplatňuje se především při vlastní technologii úpravy (zpravidla jako první stupeň), dále pak k úpravě organoleptických závad (5, 6, 10, 11). O jeho dezinfekčním účinku jsou údaje sporadické a ve svých závěrech se rozcházejí (3).

Vzhledem k tomu, že je k dispozici řada jiných vhodnějších dezinfekčních možností, nebude manganistan draselný jistě nikdy uvažován jako běžné desinficiens pro pitnou vodu. Ovšem existuje možnost využít jeho oxidačních schopností v nouzových případech, kdy jiná možnost není (v terénních — polních podmínkách), uvážíme-li, že manganistan draselný bývá obvyklou součástí lékárníček apod. V tomto smyslu jsme provedli testování, jehož výsledky uvádíme.

Základní metodika

Dezinfekční prostředek: zásobní 1% roztok KMnO_4 .

Testované mikroby: směs 3 kmenů *E. coli*, vyizolovaných z lidských stolic, používána 24 hod. kultura z Endovy půdy v teoretickém množství 10^7 – 10^8 na litr dezinfikované vody.

Testované prostředí a ředící voda: voda z pražského vodovodu (pH = 6,7–7,0, teplota 18 °C–22 °C).

Uspořádání pokusů: Testy byly prováděny ve zkumavkách v 10 ml dezinfikované vody a v určených časových intervalech byly vyočkovávány subkultury, vždy 0,5 ml vody na Endovu půdu. Kultivace subkultur: 24 hod. při 37 °C, počet vyrostlých kolonií přepočítán na 1 ml. Kontrolní počty byly sledovány vždy na začátku a konci pokusu. Výpočet počtu mikrobů vloženého do pokusu byl prováděn podle Ašmarina (1).

Výsledky pokusů

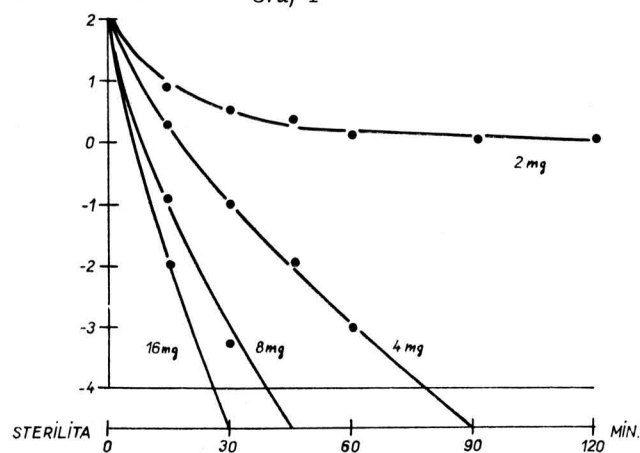
Účinek různých koncentrací manganistanu draselného

Pro poznání vztahu mezi koncentrací a účinnou expozicí byly testovány 4 koncentrace KMnO_4 (2, 4, 8, 16 mg/l) a sledován účinek v 15min. intervalech v průběhu 2 hodin. V různých dnech bylo provedeno celkem 10 testů za jinak stejných podmínek.

Při průměrném počátečním počtu mikrobů 43 690 000/l byly získány negativní subkultury ve všech případech při 16 mg/l za 30 min., při 8 mg/l za 45 min., při 4 mg/l za 90 min. a při 2 mg/l nastalo na konci dvouhodinového pokusu snížení počtu průměrně o 99 %. Kromě této koncentrace došlo u všech vyšších koncentrací během 15 min. k snížení počtů v průměru přes 98 % (tab. 1, graf 1).

LOG % PŘEŽIVŠÍCH

Graf 1



Dynamika úbytku počtu mikrobů při různých koncentracích manganistanu draselného (průměrné hodnoty z 10 pokusů)

Tab. 1 Dezinfekční účinek různých koncentrací KMnO_4 (průměrné hodnoty z 10 pokusů)

v 1 ml	KMnO_4 mg/l	expozice v minutách						
		0	15	30	45	60	90	120
Absol. počty	2	43690	3024	1270	850	599	534	457
	4		755	32	5	0,4	0	
	8		54	0,2	0			
	16		5	0				
%	2	100	7,33	2,9	1,94	1,37	1,22	1,04
	4		1,72	0,07	0,01	0,0009	0	
	8		0,12	0,0004	0			
	16		0,01	0				

Tab. 2

Vliv teploty vody na dezinfekční účinek KMnO_4 (průměrné hodnoty z 10 pokusů)

		expozice v minutách							
v 1 ml	°C	0	5	10	20	30	40	50	60
Absol. počty	1	53480	6548	3396	961,2	154,4	39	1	0,2
	15	53294	4794	1957	385	74	13,6	0,8	0
	20	53294	3624	1471	181	21	1	0	
%	1		12,2	6,3	1,8	0,76	0,17	0,012	0,0004
	15	100	10,03	4,2	0,94	0,19	0,03	0,0014	0
	20		7,46	3,02	0,42	0,05	0,0023	0	

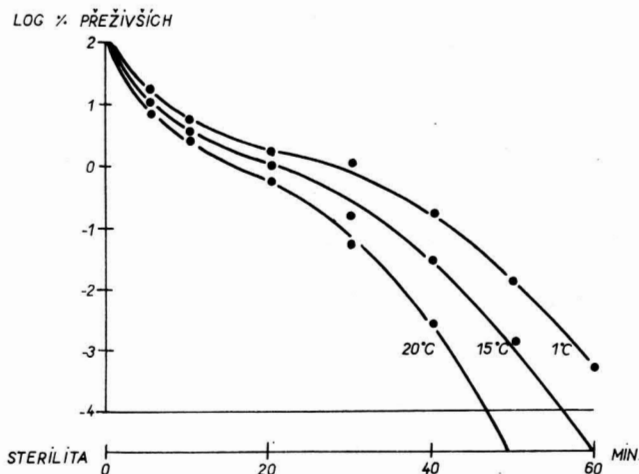
Vztah mezi koncentrací a expozicí je vyjádřen koeficientem ředění 0,8.

Vliv teploty dezinfikované vody na baktericidní účinek KMnO_4

Vliv teploty na dezinfekční účinek byl zjišťován při použití 5 mg KMnO_4 /l testováním 3 teplot (1°, 15°, 20°). Subkultury byly vyočkovávány po 5 min. a dále v 10 min. intervalech během 1 hodiny. V různých dnech bylo provedeno 10 pokusů za jinak stejných podmínek.

Při průměrném počátečním počtu mikrobů 53 mil./l byly získány negativní subkultury vždy při teplotě 20° za 50 min., při 15° za 60 min., při nejnižší teplotě nastalo na konci hodinového pokusu snížení počtu mikrobů průměrně o 99,8 % (tab. 2, graf 2).

Graf 2



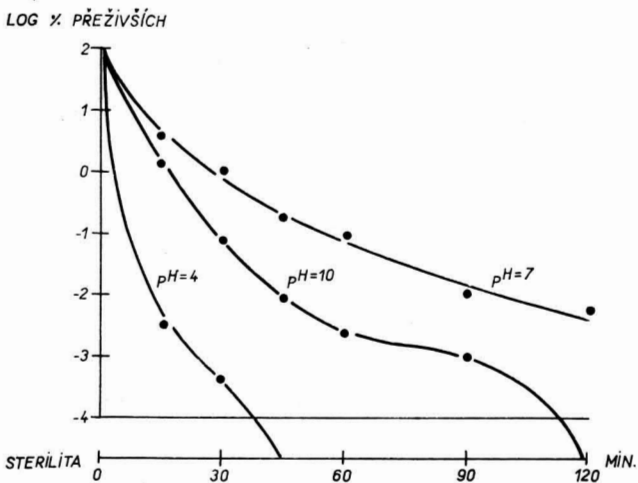
Dynamika úbytku počtu mikrobů při 5 mg KMnO_4 /l a různých teplotách vody (průměrné hodnoty z 10 pokusů)

Teplota ovlivňuje účinek tedy poměrně málo, např. více než 99% snížení počtu nastalo při všech teplotách za 30 minut. Tomu odpovídá nízká hodnota teplotního koeficientu, která byla stanovena na 1,027 pro 1 °C.

Vliv pH na dezinfekční účinek

Ovlivňující faktor původního pH vody na dezinfekční účinek byl sledován při koncentraci 2 mg KMnO_4 /l testováním vzorků s rozdílným pH (pH = 4, 7, 10). Neutrální hodnota je reprezentována neupravenou vodou, vyššího a nižšího pH bylo dosaženo úpravou vzorků pomocí HCl a NaOH. Účinek byl sledován v 15 min. intervalech v průběhu 2 hodin. V různých dnech bylo provedeno celkem 10 testů za jinak stejných podmínek.

Graf 3



Dynamika úbytku počtu mikrobů při 2 mg KMnO_4 /l a různém pH vody (průměrné hodnoty z 10 pokusů)

Tab. 3

Vliv pH vody na dezinfekční účinek KMnO_4 (průměrné hodnoty z 10 pokusů)

		expozice v minutách							
v 1 ml	pH	0	15	30	45	60	90	120	
Absol. počty	4		1,6	0,2	0				
	7	49906	1744,6	539	93,2	58	5,4	3,6	
	10		684,8	38	4,9	1,2	0,6	0	
%	4		0,0032	0,0004	0				
	7	100	3,4	1	0,18	0,11	0,01	0,007	
	10		1,3	0,07	0,01	0,002	0,001	0	

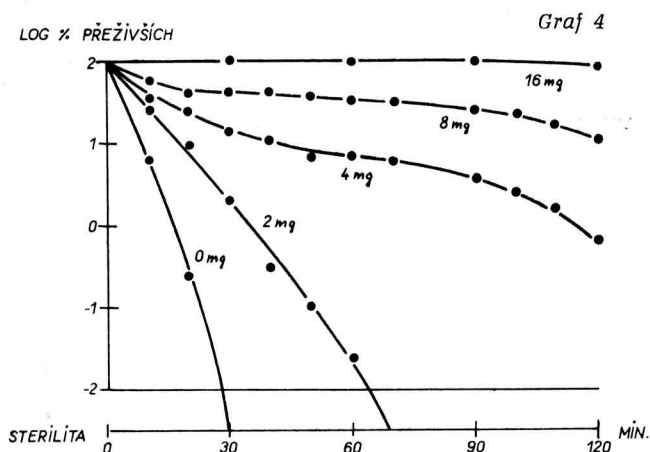
Při průměrném počátečním počtu mikrobů 49 906 000/l byly získány negativní subkultury vždy při pH = 4 po 45 min. expozici, při pH = 10 po 120 min. expozici a při neutrální hodnotě pH nastalo na konci 2hod. pokusu snížení počtu mikrobů o >99,9 % (tab. 3, graf 3).

Nejlepších výsledků bylo tedy dosaženo při nejnižším pH, dále pak při nejvyšším pH a při neutrální hodnotě byly v průměru zjištěny nejhorší výsledky. Přesto nelze uplatnění vlivu pH považovat za výrazné, protože např. po 45 min. expozici ve všech pokusech a při všech hodnotách pH nastalo vždy snížení přes 99 % a výsledky u jednotlivých testů při stejném pH měly dosti značné časové rozpětí k dosažení 100% účinku.

Vliv různého chemického složení na dezinfekční účinek

V tomto směru byl v prvé řadě zjišťován vliv množství organických látek ve vodě na dezinfekční účinek. Při použití 5 mg KMnO_4 /l a počátečním počtu mikrobů 8 mil./l byl sledován vliv přídatku sterilní fekální suspenze do testovaného prostředí v množství 2, 4, 8, 16 mg/l (jako manganistanové číslo).

Byl zjištěn výrazný negativní vliv na dezinfekční účinek v závislosti na množství organických látek (tab. 4, graf 4). Bez přídatku pro-



Dynamika úbytku počtu mikrobů při 5 mg KMnO_4 /2 a různé hladině organických látek ve vodě (mg O_2 /l).

Tab. 4

Vliv přídatku organických látek na dezinfekční účinek KMnO_4

v 1 ml	m. č.	expozice v minutách											
		0	10	20	30	40	50	60	70	90	100	110	120
Absol. počty	0		480	20	0								
	2		2000	800	170	24	6	2	0				
	4	8000	2600	2000	960	800	560	480	480	290	185	120	50
	8		3200	3200	3200	3200	3000	2400	2400	2000	1600	1280	800
	16				8000			7800		7600			6600
%	0		6	0,25	0								
	2		25	10	2,1	0,3	0,07	0,02	0				
	4	100	32,5	25	12	10	7	6	6	3,6	2,3	1,5	0,6
	8		50	40	40	40	37,5	30	30	25	20	16	10
	16				100			97,5		95			82,5

běhla dezinfekce za 30 minut, při 2 mg/l za 70 minut, při vyšším množství již byly subkultury vždy pozitivní s různým procentem snížení počtu mikrobů v nepřímé závislosti na množství přidané fekální suspenze.

Dále byl sledován vliv různého přirozeného složení vod bez bližšího určování chemických složek, vyjma stanovení pH a manganistanového čísla. Přezkoušeno bylo 20 vzorků vod (17 studničních, 1 pramen, 2 potoční). Vzorky byly kontaminovány 8 mil. mikrobů/l a dezinfikovány 8 a 16 mg KMnO_4 /l. Ve všech vzorcích byla voda zdezinfikována již po nejkratší sledované expozici (8 mg/l = 30 minut, 16 mg/l = 15 minut). Hodnota manganistanového čísla se pohybovala v rozmezí 1,3–3,9 mg O_2 /l, pH v rozmezí 5,9 až 7,5.

Diskuse

Vzhledem k tomu, že na rezistentnější mikrobiální formy manganistan draselný ve zkoušených koncentracích nepůsobí (4, 8, 13), týkají se naše úvahy pouze použitelnosti pro běžnou dezinfekci — k likvidaci střevních vegetativních patogenů.

Brož (2) uvádí pro praktickou dezinfekci dávku 100 mg/l, což je nemyslitelné. Reber, Volkart (9) doporučují pro vojenské jednotky dávku 0,25 mg/l při 1–2 hodinách působení. Tato dávka by podle našich výsledků měla být naprosto nedostačující. Více se přibližujeme údajům, které publikovali Violle, Siegneurin (12), kteří za základní účinnou dávku považují 10 mg/l při 15 min. expozici. Ve shodě s našimi poznatky zjistili zvýšený účinek při nižším pH a na základě toho navrhli použití 2 tablet, z nichž první obsahuje 1 mg/l KMnO_4 + 1,5 g kyseliny citronové a druhá bikarbonát sodný k neutralizaci vody. Cleasby (3) se zabýval vlivem teploty a pH na účinek. Ve shodě s našimi výsledky zjistil v rozmezí 0 °C–20 °C nepatrně vyšší účinek při vyšších teplotách. Právě tak se výsledky shodují ve vztahu k pH vody, od neutrální směrem k nižším hodnotám, kdy se účinek zvyšuje. Rozporné jsou výsledky nad neutrální hodnotou. Zatímco citovaný autor při pH = 9,2 zjistil podstatně horší

účinek než při $\text{pH} = 7,4$, v našich pokusech byly poměry obrácené. Horší výsledek při neutrální hodnotě pH oproti vodě s $\text{pH} = 10$. Tento rozpor jsme ještě dodatečně ověřovali, vždy se stejným výsledkem. Uvažovaný samotný účinek přidávané HCl a NaOH jsme vyloučili testováním vzorků, upravených pouze na pH , ale bez KMnO_4 . K snížení počtu mikrobů oproti dezinfikovaným vzorkům nedošlo.

Pro praktické použití je nutno vzít v úvahu také zbarvení dezinfikované vody, organoleptické vlastnosti a toxicitu. Voda dezinfikovaná účinnými koncentracemi KMnO_4 je vždy zabarvena. Již 2 mg/l dávají vodě růžový odstín, 10 mg/l způsobuje již výrazné růžovofialové zbarvení. Nepříjemnou, svíravou příchutí způsobuje bezpečně 8 mg/l. Martinů (7) uvádí, že již slabě růžový roztok (= miligramové dávky na litr) může vyvolat střevní potíže. Stuchlík (11) upozorňuje na možnost nežádoucího uvolňování manganu do vody při použití nadbytku KMnO_4 právě u čistších vod. Čs. norma připouští v upravené vodě maximálně 0,3 mg manganu na litr.

Souhrn

Ze získaných pokusných výsledků a porovnání s literárními údaji vyplývá závěr, že použitelnost

manganistanu draselného k dezinfekci pitné vody je omezena pouze na nejnouzovější případy, spíše by tento způsob dezinfekce mohl být použit pro užitkovou vodu, hlavně na improvizovaných zdravotnických etapách.

Literatura

1. Ašmarin, I. P., Voroběv, A. A.: Statističeskije metody v mikrobiologičeskich issledovanijach. Leningrad 1962.
2. Brož, J.: Receptář chemicko-technický. Praha 1942.
3. Cleasby, J. et al.: Effectiveness of potassium permanganate for disinfection. JAWWA, 1964, 56:466—474.
4. Culloch, E.: Disinfection and sterilisation. Philadelphia 1945.
5. Griffin, A.: Use of potassium permanganate in water treatment. Publ. Wks., 1964, 95:112—113.
6. Cherry, A.: Use of potassium permanganate in water treatment. JAWWA, 1962, 54:417.
7. Martinů, K.: Desinfekce. Praha 1967.
8. Peloux, Y.: Stérilisation de l'eau en ce qui concerne les virus. Rev. Corps Santé Armée, 1962; ref. in: Zbl. Bakt. I. Ref., 1963, 189:484—485.
9. Reber, H., Volkart, W.: L'approvisionnement en eau de la troupe. Rev. milit. suisse, 1962, 4:195—203.
10. Smith, J.: Water supply tastes and odors controlled by potassium permanganate. Publ. Wks., 1961, 92:129.
11. Stuchlík, H.: Desinfekce vody. Praha 1958.
12. Violle, H., Siegneurin, R.: Deux précédés simples de stérilisation extemporanée des eaux de boisson. Presse med., 1942, 50:150—151.
13. Veger, J.: Dezinfekce spor v pitné vodě. Záv. zpráva úkolu Z-3-4/2, VÚHEM, Praha 1966.