

614.777-084 48-083.295

ZMĚNY CHUTI DEZINFIKOVANÉ PITNÉ VODY

Podplukovník MUDr. Jaromír Skalický, CSc.

Vojenský ústav hygieny, epidemiologie a mikrobiologie, Praha

Jedním ze základních požadavků na prostředky k dezinfekci pitné vody je, že nesmějí zhoršovat pach, chuť a vzhled vody (10, 16, 3, 2). Velké nároky jsou v tomto směru kladeny zvláště na prostředky k individuální dezinfekci pitné vody v polních podmínkách, kdy často slouží za zdroj povrchová vodoteč, a nutno proto užít poměrně vysokých dávek.

Nejčastějšími příčinami špatné chuti vody jsou komunální a průmyslové splašky v povrchových tocích sloužících za zdroj pitné vody (18, 9, 13, 24), dále produkty rozkladu rozmnožených vodních řas (18, 13), pach gumy při skladování vody v gumových vacích v polních podmínkách, zvláště za teplého počasí a pak zbytky dezinfekčních chemických prostředků volných nebo reagujících s různými látkami ve vodě přítomnými.

K odstraňování pachů a ke zlepšení chuti vody se provádí její provzdušňování (13), filtrace aktivním uhlím (21, 17, 9, 13) v dávkách 5 až 400 mg/l nebo obyčejným práškovitým uhlím v dávkách 5 až 500 mg/l (21, 13). Zápach z rozkladu řas, který bývá silný zvláště v zimních měsících (20), se nejlépe odstraňuje chlórováním s přebytkem 0,2 mg/l zbytkového chlóru, s následnou filtrací aktivním uhlím (20). Z chlórových preparátů je k odstraňování pachů a zlepšování chuti vody údajně nejvýhodnější chlordioxid (12, 5).

Plynný chlór se při dezinfekci pitné vody začíná chuťově nepříznivě projevovat již od hodnot 0,05 mg/l (6, 10) a dávka 0,5 mg/l je již pocíťována zpravidla velmi nepříjemně. Zbytkový chlór z chloraminu je podle Tušla 1954 (25) v pitné vodě vnímán až při hodnotách 0,2 mg/l. Při použití chlordioxidu není podle Krokeho 1953 (11) chuť po chlóru ve vodě patrná ani při hodnotách zbytkového chlóru 0,2 mg/litr. Chuťové hranice

vnímání chlóru v pitné vodě jsou však individuálně dosti odlišné a také chuťové dispozice jednotlivce se mohou podle okolností i dosti významně měnit.

Podle Kalmykova 1952 (8) je nutno vodu dechlorovat teprve tehdy, až když hodnota zbytkového chlóru přesáhne 0,5 mg/l; používá k tomu nejčastěji aktivního uhlí. Možno použít také siřičitany (8, 19), sirnatany (10) nebo i peroxid (14).

Koch 1960 (podle 22) soudí, že dezinfekce vody chlórem je ve vodárenské technologii stále méně vhodnou pro rostoucí znečišťování povrchových vod průmyslovými splašky, zvláště fenolové povahy. Záleží však také na druhu použitého chlórového preparátu i na vodárenské úpravě vody. Pach a chuť vody po chlóru jsou také limitujícími faktory pro výši připouštěných hodnot zbytkového chlóru a do jisté míry slouží také jako rychlý a poměrně spolehlivý ukazatel správně provedené dezinfekce pitné vody.

Rovněž po dezinfekci pitné vody pevnými peroxidy nabývá voda zvláště při vyšších koncentracích louhovitě příchuti pro zvýšení pH dodáním alkálie a pro vznik hydroxidu příslušného kovu. Při použití peroxidu vodíku se zase dostává pocit pění v ústech. Změny chuti vody při dezinfekci různými dávkami peroxidů uvádíme podle různých autorů v tab. č. 1.

Z hygienického hlediska je možno považovat za ideální prostředky k dezinfekci vody ozón a ultrafialové záření. Tyto způsoby však vyžadují nákladné a poměrně chůlostivé aparatury, silné a levné zdroje el. energie a dokonalou vodárenskou úpravu vody.

Také při použití oligodynamicky působících kovů jsou při stanovení dezinfekční dávky změny chuti vody limitujícím faktorem. Podle Ha-

Tabulka 1

Chuť pitné vody při dezinfekci peroxidy

Autor	Použitý preparát	Dávka v mg/l	Katalyzátor v gama/l	Chuť vody, popřípadě doporučená její úprava
Blatz 1898 (podle 4)	Na_2O_2	1000	—	Louhovitá, nutná neutralizace kys. citrónovou, přesto zůstala chuť neuspokojivá
Croner 1906 (podle 4)	Mg_2O_2	670	—	Chuť neovlivněna (obsah H_2O_2 v použité dávce byl podle autora 120 mg/l)
Reichel 1908 (23)	H_2O_2	500	—	Přijatelná, zbytky peroxidu nebylo třeba neutralizovat
Gabbano 1930 (4)	Na_2O_2	300	—	Louhovitá, byla však odstranitelná neutralizací po skončení dezinfekce
Just 1950 (7)	H_2O_2	200	—	Neovlivněna, při dávce 250 mg/l byly však již patrné slabé změny chuti
Tušl 1955 (26)	Na_2O_2	200	250	Nebyla příliš ovlivněna, přesto však autor doporučuje použít kys. citrónovou ke snížení pH

Tabulka 2

Chuť pramenité vody s různými přísadami dezinfekčních prostředků při hodnocení trojúhelníkovým testem

Do vzorku vody bylo přidáno:						Počet hodnotících osob	Vzorek správně určen (v %)	Dominující příchutě*)		Průměrná intenzita příchuti **)	Průměrná „libost“ vody ***)
Na ₂ O ₂	Cu ^{II}	Ag ^I	Aktivní chloraminu	zbytkový chlór. vápna	chlór z chlornanu vápenat.			Druh	%		
mg/l	γ/l	γ/l	mg/l	mg/l	mg/l						
10	—	—	—	—	—	8	37,5	0	50,0	1,25	2,30
15	—	—	—	—	—	10	40,0	1	50,0	1,28	2,20
20	—	—	—	—	—	7	85,6	1	57,1	2,00	2,33
—	250	—	—	—	—	8	25,0	1	75,0	1,25	2,25
—	1000	—	—	—	—	8	62,5	1	62,5	2,37	2,37
—	3000	—	—	—	—	6	100,0	1	66,6	2,50	2,85
—	—	500	—	—	—	6	16,6	0	50,0	1,25	2,00
—	—	1000	—	—	—	6	50,0	1	50,0	2,00	2,50
—	—	2000	—	—	—	9	66,6	1	55,5	2,66	2,00
5	250	500	—	—	—	6	33,3	0	50,0	1,00	2,00
10	250	500	—	—	—	7	71,4	1	71,4	1,40	2,40
—	—	—	0,5	—	—	6	16,6	—	—	—	—
—	—	—	0,7	—	—	5	20,0	—	—	—	—
—	—	—	—	0,3	—	7	85,8	—	—	—	—
—	—	—	—	0,5	—	6	100,0	—	—	—	—
—	—	—	—	—	0,1	6	50,0	—	—	—	—
—	—	—	—	—	0,3	6	100,0	—	—	—	—

Vysvětlivky:

*) Hodnocení příchutí

- 0 žádná
- 1 trpká až hořká
- 2 louhovitá
- 3 palčivá

**) Intenzita příchutí

- 0 prázdná
- 1 velmi slabá
- 2 slabá
- 3 výrazná
- 4 velmi silná

***) „Libost“ vody

- 0 lahodná
- 1 příjemná
- 2 nevýrazná
- 3 nepříjemná
- 4 odporná

lačky a kol. 1957 (6) se začíná projevovat nepříjemně kovová příchutí pitné vody při použití mědi již u hodnot 200 gama/l.

Spotřebitelé zpravidla snášejí špatné a cizí příchutě v pitné vodě jen jako nutné zlo a velmi často se požívání dezinfikované pitné vody vyhýbají. Pokusili jsme se sledovat práh chuťového vnímání některých dezinfekčních prostředků, resp. jejich kombinací v pitné vodě skupinově prováděným chuťovým trojúhelníkovým testem.

Metodika

Sledovali jsme změny chuti pramenité čerstvé pitné vody po přidávání různých koncentrací a kombinací dezinfekčních prostředků metodou trojúhelníkového testu (28). Vlastnosti použité pitné vody byly tyto: pH 8,0, oxidovatelnost 1,4 mg/l, železo 0, amoniak 0, chloridy 34,0 mg/l, sírany 30 mg/l, dusitany 0, dusičnany 19,0 mg/l, celková tvrdost 14,8° něm., fyzikálně čirá, bez sedimentu, zákalu a barvy, smyslově bez pachu a chuti.

Vzorek vody ve sklenici po přidání zvolené dávky dezinfekčního prostředku byl chuťově posuzován souběžně se dvěma sklínkami vody přirozené postupně 5 až 10 ochutnavači, jejichž úkolem bylo nezávisle na sobě určit, ve které

sklínce je voda odlišné chuti a podle předem sjednané stupnice ohodnotit příchutí, její intenzitu a „libost“ všech sledovaných vzorků vody.

Ochutnávaná voda byla vždycky čerstvá, temperovaná na 8 až 12° C. Doušek vody byl držen v ústech 5 až 10 vt. a pak byl vyplivnut. K ochutnávání byli vybráni nekuřáci, dobře instruovaní a zacvičení. Mezi degustací z jednotlivých sklínek vyčkali nejméně 5 min, aby popřípadě mohli ohodnotit pozdější změny chuti. Zkouška byla zahájena nejméně za 1 hodinu po jídle; jedna osoba provedla během 8hodinové pracovní doby nejvíc ochutnání 2 koncentrací. Zvolené koncentrace sledovaných látek byly ochutnávány anonymně, aniž ochutnávající nebo jeho okolí věděli, co a v jaké koncentraci se ochutnává, a ani výsledek zkoušky nebyl ochutnavačům sdělován.

Hodnotili jsme změny chuti vody po přidání různých dávek AgNO₃ a CuSO₄ · 5 H₂O (obojí v dávkách vyjádřených v gama iontů stříbra a mědi na 1 litr vody), dále peroxid sodíku a z chlórových preparátů pak chloramin, chlórové vápno a chlornan vápenatý.

V případech, kdy alespoň 60 % odpovědí označilo vzorek s přidáním dezinfekčním prostředkem správně, jsme usoudili, že zkoušená koncentrace vyvolává v pitné vodě skutečně patrné chuťové změny.

Výsledky

Ukázalo se, že peroxid sodíku teprve v koncentraci 20 mg/litr vyvolával slabě natrpklou příchut, přitom „libost“ vody byla nevýrazná (viz tab. 2). Ionty mědi v dávce 1,0 mg/litr způsobily trpkou až hořkou chuť vody slabé intenzity, „libost“ nevýraznou až nepříjemnou, zatímco podobné změny chuti vyvolávaly ionty stříbra až při dvojnásobné dávce.

Z chlórových preparátů nebyl trojúhelníkovým testem spolehlivě rozpoznán chloramin ani v koncentracích zbytkových hodnot 0,7 mg/l, zatímco chlórové vápno bylo chuťově prokazatelné již při hodnotách zbytkového chlóru 0,1 mg/l a chlornan vápenatý při 0,3 mg/litr.

Diskuse

Metoda trojúhelníkového testu, kterou jsme použili ke zjišťování změn chuti vody po přidání chemických dezinfekčních prostředků, není oprostěna od subjektivních prvků, poněvadž výsledky hodně závisejí na citlivosti vybraných degustátorů a jejich chuťových dispozicích; přesto pro sledované účely podle našeho názoru plně vyhovuje.

Při použití chlórových preparátů k dezinfekci pitné vody se ukazuje, že při stanovení nejvýše přípustných hodnot zbytkového volného chlóru je nutno přihlížet k druhu použitého preparátu.

Jisté zhoršení chuti vody při použití peroxidů k její dezinfekci, uváděné některými autory [23, 4], je podle našeho názoru zaviněno nepřiměřeně vysokými dávkami peroxidů bez katalyzátorů rozkladu a dezinfekce; vyskytuje se zpravidla až při dávkách nad 200 mg/l. Dalším nepříznivým důsledkem použití vysokých dávek pevných peroxidů je zvýšení pH vody. Také nepřiměřeně vysoká dávka katalyzujících kovů může zavinět zhoršení chuti vody.

Chuťovými zkouškami jsme zjistili, že již při hodnotách 1,0 mg/litr iontů mědi dostane voda hořkou příchut; k účinné katalýze 25 mg/l peroxidu sodíku však plně postačuje dávka 250 až 500 gama/litr iontů mědi nebo stříbra, při níž také zdaleka nehrozí nebezpečí překročení maximální přípustné hranice pro zmíněné kovy v pitných vodách podle ČSN (1).

Závěry

1. Mědi je možno použít jako katalyzátoru rozkladu i dezinfekčního účinku peroxidu i jako oligodynamicky působícího kovu do dávky 500 gama/litr; 1,0 mg/litr již nepříznivě ovlivní chuť vody.

2. Ionty stříbra ovlivní nepříznivě chuť vody teprve při dávce 2,0 mg/litr, podané jako AgNO_3 .

3. Peroxid sodíku způsobuje v pitné vodě slabě nahořklou příchut při 20 mg/litr, kdežto dávka 15,0 mg/litr chuť vody nemění.

4. Z chlórových preparátů používaných k dezinfekci pitné vody nebyl chuťově spolehlivě odlišen chloramin ani při hodnotách zbytkového chlóru 0,7 mg/litr, kdežto chlornan vápenatý byl rozpoznán při zbytkovém volném chlóru 0,3 mg/litr a chlórové vápno již při hodnotě 0,1 mg/litr.

Souhrn

Trojúhelníkovým testem byly skupinově hodnoceny změny chuti pitné vody, dezinfikované různými dávkami chlórových preparátů, peroxidu sodíku a iontů mědi ve formě $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ a iontů stříbra ve formě AgNO_3 . Peroxid sodíku se začal nepříznivě chuťově projevovat při koncentraci 20,0 mg/litr slabě nahořklou příchutí, ionty stříbra při dávce 2,0 mg/litr, ionty mědi při hodnotách 1,0 mg/litr. Chlórové vápno bylo postřehnutelné v pitné vodě při hodnotách volného zbytkového chlóru 0,1 mg/litr, chlornan vápenatý při 0,3 mg/litr, kdežto chloramin nebyl spolehlivě rozpoznán ani při hodnotách zbytkového chlóru 0,7 mg/litr.

Literatura

1. Bez autora: Pitná voda. ČSN 56 7900. Praha 1959.
2. Coates J. B. et al.: Preventive Medicine in World War II. Vol. II. Environmental Hygiene. Army Medical Service.
3. Čančík J. A., Kredba M.: Chlorování lázeňských vod. Prakt. Lék. 11, 11:321, 1931.
4. Gabbano L.: Über Desinfektion der künstlichen Mineralwässer mittels Natriumperoxyd. Z. Hyg. InfektKr. 111, 3:372, 1930.
5. Halačka K. et al. Hygiene. Praha 1956.
6. Halačka K. et al.: Vyšetřovací metody v hygieně. Praha 1957.
7. Just J.: The Bactericidal Properties of Hydrogen Peroxide in Water. Roczn. panst. Zakl. Hyg. 1,1:44, 1950.
8. Kalmykov P. E., Seleskeridi I. G., Osipenko K. T.: Metody gigijeničeskich issledovanij. Moskva 1952.
9. Kempf, T.: Der Geschmack des Trinkwassers. Der Städtetag, 14,5:282, 1961.
10. Kolektiv: Zdravotnická ochrana proti biologické válce. SZN, Praha 1962.
11. Kroke R.: Chlorování a použití kysličníku chloričitého ClO_2 . Voda, 7/8:212, 1953.
12. Kroke R.: Kysličník chloričitý a ozón na dezinfekci pitné vody. Vodní hosp. 9, 10:453, 1959.
13. Krotkov F. G.: Učebník vojennoj gigijeny. Moskva 1962.
14. Kruse W.: Zur Entkeimung von Trinkwasser im Felde. Münch. med. Wschr. 62, II, 34:1157, 1915.
15. Kruse W.: Die Schäden der Chlorung des Wassers und ihre Vermeidung durch Versilberung (Gumanisierung). Arch. Hyg. 122, 177, 1939.
16. Liškutin J.: Příspěvek k individuální přípravě pitné vody. Čs. Hyg. 3:123, 1956.
17. Litvinenko P. M.: Nekotoryje dannyje konzervirovanija vody v uslovijach žarkogo klimata. Gigijena, 5:85, 1959.
18. Marzejev A. N.: Komunalnaja gigijena. Moskva 1951.
19. Mc Culloch E. C.: Desinfection and Sterilisation. London 1945.
20. Mikula R.: Po stopách zápachu pitných vod původu povrchového. Otázka dechlorace. Voda, 12:368, 1951.
21. Mucha V.: Hygiene. Bratislava 1955.
22. Naumann E.: Gegenwartsprobleme der Trinkwasseraufbereitung. Voda 7:237, 1951. [Překlad.]
23. Reichel H.: Die Trinkwasserdesinfektion durch Wasserstoff-superoxid. Z. Hyg. InfektKr. 61, 49, 1908.
24. Svetlakov M. N.: K voprosu ob ustranjenja zapachov pitevoj vody pri desinfekcii. Gigijena, 3:14, 1953.
25. Tušl M.: Desinfekce studní. Voj. zdrav. listy, 7:292, 1954.
26. Tušl M.: Desinfekce studní. Sborník prací VLA JEP sv. II. 1955.
27. Tušl M.: Prostředky k dezinfekci vody. Závěr. zpráva 19-K VLA JEP, Hradec Králové 1955.
28. Wolf A.: Praktické provádění smyslových zkoušek hotových pokrmů. Bibl. hyg. 5:13, 1954.