

# VNÍMÁNÍ ZEMITÉHO / ZATUČHLÉHO / PLÍŠŇOVÉHO PACHU VODY

**Petr Pumann, Lenka Mayerová, František Kožíšek**

*Státní zdravotní ústav, Šrobárova 49/48, 100 00 Praha 10, e-mail: petr.pumann@szu.cz*

## Souhrn

Zemitý, zatuchlý či plísňový pach pitné vody je způsobován nejčastěji geosminem, 2-methylisoborneolem nebo halogenovanými anisoly. V příspěvku jsou hodnoceny slovní popisy pachu těchto látek provedené účastníky tří odborných akcí a účastníky tří kol programu zkoušení způsobilosti. Pach 2,4,6-trichloranisolu byl nejčastěji popisován jako zatuchlý, 2-methylisoborneolu jako plísňový a geosminu jako zemitý či plísňový. Pach 2,4,6-trichloranisolu poměrně často připomínal respondentům prostředí plaveckých bazénů. Část respondentů také udávala sníženou citlivost k některé z látek.

**Klíčová slova:** pitná voda; pach; zemitý; zatuchlý; plísňový; geosmin; 2-methylisoborneol; 2,4,6-trichloranisol

## Summary

The earthy, musty or mouldy odour of drinking water is most often caused by geosmin, 2-methylisoborneol and halogenated anisoles. Descriptions of odour of these substances were done by participants of three meetings for water professionals and three rounds of the proficiency testing programs. The odour of 2,4,6-trichloroanisole was most often described as musty, 2-methylisoborneol as moldy, and geosmin as earthy or mouldy. The smell of 2,4,6-trichloroanisole quite often reminded swimming pool odour. Some of the respondents also have lower sensitivity to some of the substances.

**Keywords:** drinking water; odour; earthy; musty; mouldy; geosmin; 2-methylisoborneol; 2,4,6-trichloroanisole

## Úvod

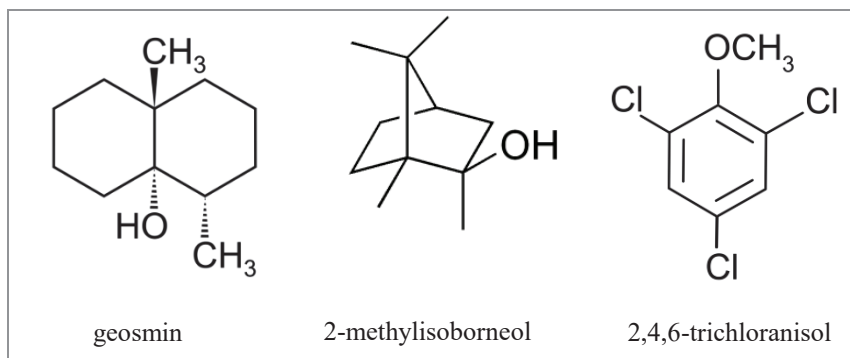
Zemitý, zatuchlý či plísňový pach bývá kromě pachu po chloru nejčastějším typem cizorodého pachu, který spotřebitel může vnímat z pitné vody. V loňském roce se se zatuchlým pachem pitné vody mohli po odstávce některých technologických stupňů na ÚV Želivka osobně seznámit i obyvatelé značné části Prahy a některých středočeských měst [11]. Při vyšetřování příčin této závady nás zaujala skutečnost, že ve vnímání charakteru i intenzity pachu a chuti existovaly značné individuální rozdíly. Pro někoho byla voda pro pití přijatelná, pro někoho až odpuzující.

Na zemitém, zatuchlém či plísňovém pachu pitné vody se mohou podílet různé sloučeniny – především geosmin, 2-methylisoborneol (2-MIB) a halogenované anisoly. Zatímco o prvních dvou látkách se domníváme, že jsou odborným pracovníkům zabývajících se u nás vodárenstvím poměrně známé (např. díky příspěvkům jak z této konference [8], tak z odborných časopisů [12][14]), o chlorovaných anisolech předpokládáme spíše opak. Respektive jsme to předpokládali do loňského roku, kdy právě halogenované anisoly byly hlavními původci výše zmíněných problémů s vodou z ÚV Želivka. Z tohoto důvodu jsme se v rámci několika odborných akcí snažili prakticky seznámit účastníky (tj. dát jim možnost si čichnout) s 2,4,6-trichloranisolem (2,4,6-TCA), který byl pravděpodobně nejvýrazněji zastoupenou pachotvornou látkou ve vodě z ÚV Želivka. Na akcích byly k dispozici lahvičky s dostatečně vysokou koncentrací 2,4,6-TCA, aby si zájemci mohli udělat představu o charakteru jeho pachu. Souběžně byla účastníkům pro srovnání předložena i lahvička s geosminem. Zároveň byly vzorky s 2,4,6-TCA i geosminem vydány v programu zkoušení způsobilosti pro senzorické zkoušení vody pořádané Státním zdravotním ústavem v roce 2024. Již dříve jsme v rámci tohoto programu vydávali vzorky s 2-MIB. Z uvedených akcí máme k dispozici od účastníků slovní popisy pachu těchto látek. V našem příspěvku se pokusíme tyto slovní popisy vyhodnotit.

## Základní informace o látkách se zemitým / zatuchlým pachem

I když látek (či skupin látek), které mohou způsobit zemitý, zatuchlý či plísňový pach, je větší množství (např. aktuální kolo pachů a chutí pitné vody jich obsahuje šest [7]), zaměříme se v tomto příspěvku pouze na tři nejčastější:

- **Geosmin** (obr. 1) je nepravidelný sekviterpenoid [15]. Jedná se o metabolit, který je produkován mnoha taxony planktonních i nárostových sinic (např. *Dolichospermum*, *Aphanizomenon*, *Oscillatoria*, *Phormidium*, *Geitlerinema*, *Microcoleus*, *Planktothrix*, *Pseudanabaena*) a aktinomycetami (např. *Streptomyces*) [6]. Má práh vnímání na úrovni jednotek ng/l [15].
- **2-MIB** (obr. 1) je nepravidelný monoterpen produkováný různými sinicemi a aktinomycetami. Mezi rody sinic, u kterých bylo prokázáno, že produkují 2-MIB, patří *Oscillatoria*, *Phormidium*, *Planktothrix*, *Lyngbya*, *Pseudanabaena*, u aktinomycet se jedná o rod *Streptomyces* [6]. Prahová hodnota detekce pachu ve vodě pro 2-MIB je velmi nízká. Callejó a kol. [2] uvádějí práh pro 2-MIB v rozmezí 1–10 ng/l (závěr z deseti studií), Piriou a kol. [10] jako geometrický průměr pro pach u dvou evropských panelů (španělského a francouzského) pak hodnotu 1,3 ng/l, resp. 1,2 ng/l.
- **Haloanisoly** jsou chlorované nebo bromované deriváty anisolu. Nejdůležitější jsou 2,4,6-TCA (obr. 1) a 2,4,6-tribromanisol, které mají extrémně nízký práh vnímání (jednotky či nižší desítky pg/l) [16]. 2,4,6-TCA je také známý původce korkového pachu vína. Nejvýznamnější cestou jejich vzniku je biogenní methylace halofenolů (o-methylace), která může probíhat i v distribuční síti. Klíčové pro minimalizaci rizika vzniku TCA a dalších haloanizolů je omezit tvorbu jejich prekurzorů (halofenolů) při úpravě vody. Problémem při detekci 2,4,6-TCA může být jeho velmi nízký práh vnímání (na úrovni desítek pg/l), takže se může stát, že ani pomocí moderních analytických metod není možné změřit jeho koncentraci ve vodě vykazující zřetelný, zatuchlý pach. Vhodnou metodou k prokázání pravděpodobného původce (či původců) je metoda plynové chromatografie s olfaktometrickou detekcí [11].



Obr. 1: Strukturální vzorce tří nejdůležitějších sloučenin zodpovědných za zemitý, zatuchlý či plísňový pach vody

## Metody

V roce 2024 byly vzorky s 2,4,6-TCA (vodný vzorek) a s geosminem (načichlý papírový ubrousek nebo vodný vzorek – neznámá koncentrace, která způsobovala dobře rozpoznatelný pach) k popisu pachu předloženy účastníkům tří akcí:

- Konference Vodárenská biologie 2024 (VB) konaná ve dnech 8. – 9. 2. 2024. Účastnilo se jí 132 odborných pracovníků. Slovní popisy zanechalo 65 z nich. Účastníci během přestávek v programu mohli přičichnout k lahvičkám s 2,4,6-TCA (koncentrace 10 ng/l). V lahvičce s geosminem byl papírový kapesník, který byl touto látkou nasycen tak, aby vyvolal dostatečný vjem. Zadání na této akci nebylo přímo na slovní popis, ale na asociaci, které pach vyvolával.

V přednášce, která předcházela zkoušení pachu, bylo totiž zmíněno, že pach je zatuchlý, což by nepochybně část účastníků ovlivnilo.

- Konzultační den hygieny vody (KD) konaný dne 27. 2. 2024. Účastníky byli převážně pracovníci oddělení komunální hygieny krajských hygienických stanic. KD se zúčastnilo 100 účastníků, odpověď zanechalo 49 z nich. Byly jim předloženy stejné vzorky jako účastníkům VB. Účastníci byli vyzváni, aby provedli jak popis pachu, tak asociaci, kterou v nich pach vyvolává.
- Školení laického sensorického panelu v Hořovicích (LSP), který se konal dne 3. 12. 2024. Zúčastnilo se ho 14 osob. Jednalo se o obyvatele Hořovic (část z nich byli zaměstnanci vodárenské společnosti), kteří pravidelně (1× týdně) sensoricky hodnotí kvalitu spotřebované vody [9]. Většina z nich absolvovala úvodní školení v roce 2023. Také jim byly předloženy vzorky s 2,4,6-TCA (koncentrace 10 ng/l) a vodný vzorek geosminu o neznámé koncentraci (jedna kapsle z Water Sensory Kit, FlavorActiV).

V příspěvku jsou dále zpracovány slovní popisy z programu zkoušení způsobilosti (PZZ) Sensorická analýza vody – zkoušení pachu a chuti z let 2019 a 2020, kdy jeden ze vzorků obsahoval 2-MIB, a roku 2024, kdy byly zařazeny vzorky geosminu a 2,4,6-TCA (detaily jsou uvedeny v tabulce 1).

**Tab. 1:** Koncentrace geosminu, 2-MIB a 2,4,6-TCA, počet zúčastněných laboratoří a celkový počet členů sensorických panelů u programů zkoušení způsobilosti z let 2019, 2020 a 2024

Látka	Kolo programu	Koncentrace (ng/l)	Počet laboratoří	Počet panelistů
geosmin	2024	500	13	77
2-MIB	2019	100	9	46
	2020	100	10	50
2,4,6-TCA	2024	231	13	77

Slovní popisy byly vizualizovány pomocí metody slovních mraků (word clouds), k čemuž byla využita on-line aplikace WordClouds.com (<https://www.wordclouds.com/>). Před vložením popisů do aplikace byla vymazána slova, které neodkazují na charakter pachu ani na asociace (např. nepříjemný, silný, pach, vůně). Dále byly v popisech hledány slova z názvu tohoto příspěvku, tedy zemitý, zatuchlý a plísňový nebo slova od nich odvozená nebo jejich synonyma (hlína k zemitý apod.), případně další slova, a počítána jejich četnost v rámci všech respondentů konkrétní akce.

## Výsledky a diskuze

I když látky, které způsobují zemitý, zatuchlý či plísňový pach, lze při sensorické analýze od sebe poměrně dobře odlišit, zvláště pokud se pracovníci sensorického panelu při zácviku s těmito látkami setkali, rozhodně nelze očekávat, že slovní popis, kterým látky popíšu, bude jednoznačný. To je patrné i z výsledků šetření mezi účastníky odborných akcí (obr. 2) i členy sensorických panelů (obr. 3). Ve slovních popisech sice převládají tři slova, a to zemitý, zatuchlý, plísňový nebo jejich odvozeniny, metodou slovních mraků však nelze mezi těmito látkami najít velké rozdíly. Je to patrné i v zahraniční odborné literatuře, kdy se ve slovních popisech pro geosmin, 2-MIB i 2,4,6-TCA objevují vždy termíny earthy (zemitý), musty (zatuchlý), mouldy (plísňový či po plísni) u každé z uvedených látek [4]4,5].

Přestože je metoda slovních mraků vizuálně atraktivní, lépe patrné jsou rozdíly ve slovních popisech, pokud se přítomnost slov zemitý, zatuchlý či plísňový a slov od nich odvozených a synonymních pokusíme vyjádřit frekvencí výskytu. Z tabulky 2 je dobře vidět, že pro 2,4,6-TCA ve všech skupinách (PZZ, VB, KD, LSP) převládá popis pachu jako zatuchlý nad popisy zemitý a plísňový. Pro 2-MIB se pak zase výrazně častěji vyskytuje popis pachu jako plísňový. U 2-MIB však máme k dispozici výsledky pouze ze sensorických panelů z PZZ, takže nevíme, jaké popisy by využila méně proškolená část pracovníků. U geosminu je situace nejméně přehledná. U sensorického panelu je sice zemitý pach nejčastěji používaným popisem, ale jen o málo nižší frekvenci výskytu má popis pachu jako plísňový. Jako zatuchlý označilo pach geosminu mnohem méně panelistů. U slovních popisů z odborných akcí

nelze o dominantním popisu pachu geosminu nic soudit, protože výsledky z jednotlivých akcí se značně liší. Vcelku logicky je míra vhodných popisů vyšší u pracovníků laboratorních sensorických panelů z výsledků získaných v rámci PZZ (tabulka 2). Ti jednak procházejí odbornou přípravou (kurzy a interními školeními) a také je pro ně (resp. pro jejich laboratoř) důležité, aby v PZZ uspěla, což je vede k tomu se vzorkům v rámci PZZ podrobně věnovat. To, že laboratorní sensorické panely dávají přesnější popisy než další pracovníci vodárenských společností nebo laici, je patrné i z odborné literatury [5].



**Obr. 2:** Slovní popisy (deskriptory) pro vzorky s geosminem a 2,4,6-TCA, které zkoušeli na pach účastníci konference Vodárenská biologie 2024 (N=65) a konzultačního dne hygieny vody SZÚ (N=49). Zobrazeno metodou wordcloud.

Velmi zajímavé jsou některé další informace, které lze ze slovních popisů vyčíst. Jedná se např. o velmi častý popis 2,4,6-TCA jako dezinfekce, bazén, případně jako prostředí bazénu, což však bylo v některých případech míněno spíše jako zatuchlé aroma vlhkých prostor. Na konferenci VB k dezinfekci či bazénu 2,4,6-TCA přirovnalo 14 %, na KD 27 % a na LSP 7 % respondentů. U PZZ to pak bylo u 5 % panelistů. Sice se nabízí ovlivnění respondentů názvem zkoušené látky, protože u VB a KD předem věděli, že se jedná o trichloroanisol a chlor v názvu může evokovat dezinfekci či bazén, u LSP a PZZ zkoušeli účastníci vzorky jim neznámého složení, takže se museli držet pouze svého sensorického vjemu. Asociace pachu 2,4,6-TCA s bazénovým prostředím je navíc známa i z literatury [4]. Zajímavé jsou také občasné odpovědi části respondentů svědčící o snížené citlivosti či naprosté necitlivosti (anosmii) k pachům některé z látek (tabulka 2). Ani v jednom případě se však nejednalo o obecnou necitlivost ke všem pachům, ale pouze k jedné z nich. Snížená citlivost k 2-MIB byla popsána i v odborné literatuře [11,17] a trpí jí např. také jeden z autorů tohoto příspěvku. Podobnou povahu má rovněž přirovnání pachu 2,4,6-TCA k prostředí vodojemů (zřejmě od pracovníků vodárenských společností).



## Závěr

Výsledky sebrané z různých akcí ukazují jisté rozdíly v popisu charakteru pachu nejdůležitějších látek způsobujících zemitý, zatuchlý či plísňový pach vody. Geosmin byl nejčastěji popisován jako zemitý či plísňový, 2-MIB jako plísňový a 2,4,6-TCA jako zatuchlý. Četnost, resp. shoda těchto popisů však nebyla dostatečná ani mezi členy laboratorních sensorických panelů (polovina, nanejvýš dvě třetiny panelistů), že by se mohlo s velkou pravděpodobností spoléhat, že termíny zemitý, zatuchlý či plísňový odpovídají konkrétním látkám. Za lepší řešení považujeme členy sensorických panelů, ale i další pracovníky (vodárenské technology, hygieniky apod.), dostatečně prakticky seznámit s těmito látkami, aby mohli – samozřejmě s nezbytnou mírou nejistoty – při popisu pachu vzorku uvádět jako pravděpodobné přímo tyto látky.

## Poděkování

Děkujeme všem, kdo se zapojili do popisu pachu v rámci Vodárenské biologie 2024, konzultačního dne SZÚ k nové legislativě, účastníkům laického panelu v Hořovicích a účastníkům našich programů zkoušení způsobilosti v oblasti sensorické analýzy vody. Tento příspěvek vznikl v rámci implementace výsledků projektu TAČR TL0300025 Kohoutkovou nebo balenou: Bariéry a motivace konzumace pitné vody.

## Literatura

- [1] BURLINGAME G. A., DOTY R. L., DIETRICH A. M. (2017): Humans as sensors to evaluate drinking water taste and odor: a review. *Journal-American Water Works Association*, 109(11), 13–24.
- [2] CALLEJÓN R. M., UBEDA C., RÍOS-REINA R., MORALES M. L., TRONCOSO A. M. (2016): Recent developments in the analysis of musty odour compounds in water and wine: A review. *Journal of Chromatography A*, 1428, 72–85.
- [3] DÍAZ A., FABRELLAS C., GALCERAN M. T., VENTURA F. (2004): Synthesis and odour thresholds of mixed halogenated anisoles in water. *Water Science and Technology*, 49 (9), 115–119.
- [4] DIETRICH A. M., BURLINGAME G. A. (2020): A review: The challenge, consensus, and confusion of describing odors and tastes in drinking water. *Science of The Total Environment* 713, 135061.
- [5] DIETRICH A. M., PHETXUMPHOU K., GALLAGHER D. L. (2014): Systematic tracking, visualizing and interpreting of consumer feedback for drinking water quality. *Water Research* 66:63–74.
- [6] JÜTTNER F., WATSON S. B. (2007): Biochemical and ecological control of geosmin and 2-methylisoborneol in source waters. *Applied and Environmental Microbiology*, 73(14), 4395–4406.
- [7] KOŽÍŠEK F., PUMANN P., VOSPĚL KOVÁCS V., MAYEROVÁ L., KOTAL F., BAUDIŠOVÁ D., RUČKA J., JELIGOVÁ H., PAUL J. (2024): Základy sensorické analýzy pitné vody. Příručka pro hydroanalytické laboratoře a provozovatele vodovodu určená pro běžnou kontrolu i řešení problémů s pachem, chutí a vzhledem vody. 1. vydání, Státní zdravotní ústav, Praha 2024, 95 stran; ISBN 978-80-7071-451-5.
- [8] MUNZAR T., ŘÍHOVÁ AMBROŽOVÁ J., KOSINA J. (2017): Geosmin a 2-MIB: Častí původci organoleptických závad pitné vody. Sborník konference Vodárenská biologie 2017, str. 34–39.
- [9] PAUL J., PUMANN P., KOŽÍŠEK F., MAYEROVÁ L. (2024): Sensorický panel spotřebitelů v Hořovicích. *SOVAK – Časopis oboru vodovodů a kanalizací*, 33(11): 351–353.
- [10] PIRIOU P., DEVESA R., DE LALANDE M., GLUCINA K. (2009): European reassessment of MIB and geosmin perception in drinking water. *Journal of Water Supply: Research and Technology-AQUA*, 58(8), 532–538.
- [11] PUMANN P., KOŽÍŠEK F., MAYEROVÁ L., KOTAL F., JELIGOVÁ H., BAUDIŠOVÁ D. (2024): Epizodické zhoršení pachu a chuti vody v Praze a na dalších místech zásobovaných vodou z ÚV Želivka ve druhé polovině roku 2023 z pohledu SZÚ. Sborník konference Vodárenská biologie 2024, str. 11–15.
- [12] ŘÍHOVÁ AMBROŽOVÁ J. (2016): Organoleptické závady pitné vody vyvolané přítomností geosminu a 2-MIB v surových vodách. *SOVAK – Časopis oboru vodovodů a kanalizací* 25(10): 290–293.
- [13] ŘÍHOVÁ AMBROŽOVÁ J., DUJČÁKOVÁ M., VEJMEJKOVÁ, D., KOSINA J., MUNZAR T. (2019): Riziko v systému zásobování pitnou vodou: organoleptické závady. *TZV Info*. Available from: <https://voda.tzb-info.cz/vlastnosti-a-zdroje-vody/19353-riziko-v-systemu-zasobovani-pitnou-vodou-organolepticke-zavady>.

- [14] ŘÍHOVÁ AMBROŽOVÁ J., MUNZAR T., VEJMEKOVÁ, D., KOSINA J., HRUŠKOVÁ P., BRABENEC T., ŘÍHA J. (2018): Případová studie za účelem monitoringu původců organoleptických závad. *Vodní hospodářství* 68(5): 16–19.
- [15] SUFFET I. H. M., BRAITHWAITE S., ZHOU Y., BRUCHET A. (2019): The drinking water taste-and-odour wheel after 30 years. In: Lin, T.F., Watson, S., Dietrich, A.M., Suffet, I.H.M. (eds.) *Taste and Odour in Source and Drinking Water: Causes, Controls, and Consequences*. London: IWA Publishing. s. 11–16. ISBN 978-17-8-040665-7.
- [16] UKWIR. (1996): *Formation and occurrence of bromophenols, iodophenols, bromoanisoles, and iodoanisoles in drinking water: an investigation of taste and odour potential*. Report DW-05/13UK. London: UKWIR.
- [17] WHELTON A. J., DIETRICH A. M. (2004): Relationship between intensity, concentration, and temperature for drinking water odorants. *Water Research*, 38(6), 1604–1614.