

Metody senzorické analýzy vody a jejich použití ve vodárenské praxi

František Kožíšek, Lenka Mayerová, Petr Pumann

Jedním z deklarovaných cílů moderního vodárenství je vyrábět a dodávat pitnou vodu, kterou lze nejen bez obav pít, ale u níž spotřebitel oceňuje její estetickou kvalitu [1]. Jak pitná voda vypadá a chutná je prvním kritériem, kterým spotřebitel posuzuje pitnou vodu a na základě kterého získává důvěru či nedůvěru v dodávanou vodu. Proto by mělo být snahou všech výrobců a dodavatelů vody dodávat vodu v co nejlepší estetické kvalitě.

Úvod

Podíváme-li se na výsledky kvality pitné vody v národní databázi IS PIVO, v posledních více než deseti letech se počet nevyhovujících nálezů (tj. voda nebyla přijatelná pro spotřebitele) pro pach a chuť pohyboval na úrovni několika desítek případů, což bylo nanejvýš 0,3 % z provedených zkoušek (graf). Výjimkou jsou vyšší četnosti nevyhovujících nálezů chuti v posledních třech letech v počtu cca 150–250 případů, což je ale stále méně než 1 % (0,45–0,82 %) z provedených zkoušek (graf). Jak jsme ukázali na konferenci Pitná voda 2022 v Táboře, příčina tohoto nárůstu je z větší části administrativní, protože některé laboratoře řeší označením „nevyhovující chuť“ situaci, kdy je vzorek mikrobiálně či jinak závadný a chuť se z důvodů bezpečnosti nestanovuje, ale laboratoř chce vykázat, že na stanovení chuti nezapomněla [14].

Tento velice nízký podíl nevyhovujících nálezů nekorresponduje se situací, kdy ne zcela zanedbatelný podíl spotřebitelů odmítá vodu z kohoutku pít z důvodu nepříjemného pachu nebo chuti – moc reprezentativních šetření v tomto směru dosud v ČR provedeno nebylo, nicméně z různých firemních či jiných dílčích průzkumů se zdá, že těchto spotřebitelů mohou být jednotky až nižší desítky procent. Např. studie OECD na souboru 701 respondentů v ČR zjistila, že s chutí vody z vodovodu nebylo spokojeno 15 % z nich [15].

Situace v ČR nemusí být identická se situací ve vodárensky vyspělém zahraničí, nicméně nebude ani diametrálně odlišná. Velký průzkum mezi 381 vodárenskými společnostmi v USA a Kanadě (několik společností bylo též z Austrálie, Jižní Koreje a Francie) provedený před 10 lety a zaměřený na výskyt problémů s pachem a chutí pitné vody ukázal, že 168 (44 %) z nich má minimálně občas problémy s pachem nebo chutí vody. I když chlorový(á) pach/chuť byl co do frekvence těsně uváděn na prvním místě, téměř se mu vyrovnal zemitý(á) či zatuchlý(á) pach/chuť a když vezmeme souhrn všech uváděných druhů pachů/chutí a jejich četností, tak problémy způsobené chlorem nepřevažovaly [2]. Nemůžeme tedy skoro poloviční podíl provozovatelů s pachovými/chuťovými problémy vysvětlit např. odlišnou praxí při dezinfekci (chlorování) vody. I kdyby u nás byl počet vodárenských společností, které někdy mají problém s pachem nebo chutí, jen poloviční, stále se to nezdá být proporcionální necelému jednomu procentu nevyhovujících vzorků pachu či chuti. Důvodem však nemusí být jen nedokonalá práce posuzovatelů, ale ve hře jsou i další faktory. Jedním z nich je posuzování odlišné vody. Zatímco posuzovatelé ve službách výrobců vody hodnotí vodu většinou po odtočení (dříve do konstantní teploty; nyní alespoň několik litrů po mikrobiologickém odběru), spotřebitelé užívají vodu v domácnosti většinou bez odtočení, čímž se do jejího pachu/chuti může promítat vliv vnitřního vodovodu, ve kterém mívají původ např. některé zemité a zatuchlé pachy.

Přítom toto zjištění není nijak nové, poprvé jsme na něj upozorňovali již před více než 20 lety [3]. Důvodem je dlouhodobé podceňování senzoričkových vlastností vody ze strany výrobců pitné vody i hygieniků a s tím související zanedbávání laboratorních kapacit a znalostí (schopností) pracovníků provádějících senzoričkovou analýzu vody. V ČR se při zkoušení pachu a chuti standardně postupuje podle ČSN 75 7340 [4], výjimečně se stanovuje prahové číslo pachu/chuti podle ČSN EN 1622 [5], což představuje poměrně omezené spektrum metod. Cílem tohoto příspěvku je ukázat, že existující „arzenál“ nástrojů senzoričkové analýzy (pachu a chuti) vody je mnohem širší a že by měl být předmětem zájmu jak výrobců pitné vody (např. technologů či vzorkařů), tak (především) laboratoří, které senzoričkovou analýzu vody provádějí.

Metody senzoričkové analýzy využitelné ve vodárenství

Dělení senzoričkových metod může být různé. Klasické dělení rozlišovalo v podstatě jen dvě kategorie: metody kvalitativní a metody (semi)kvantitativní. Podle povahy, resp. účelu je však vhodnější podrobnější dělení. Zde používáme čtyři kategorie podle [6]:

- A. Afektivní metody.
- B. Deskriptivní metody.
- C. Metody pro určení prahu.
- D. Rozlišovací metody.

A. Afektivní metody

Afektivní (též emocionální či hedonické) metody zjišťují přijatelnost či preferenci vody. Metody (resp. posuzovatelé či panelisté těmito metodami) odpovídají na otázky typu: **Chutná ti voda? Je pro tebe přijatelná? Který vzorek vody preferuješ?** apod. Test přijatelnosti je zřejmě nejčastěji používaná senzoričková metoda [6]. Nicméně abychom dosáhli skutečně validního výsledku, je nutné mít větší počet respondentů (panelistů), ideálně vyšší desítky až stovky. Afektivní metody můžeme dále rozdělit na:

1. Testy přijatelnosti (acceptance/likely tests) – posuzovatelé subjektivně posuzují jeden vzorek vody s použitím předem zvolené stupnice/kategorie deskriptorů pro snazší pochopitelnost a proveditelnost. Typickým zástupcem těchto testů je např. hodnotící test chuti a pachu (flavour rating analysis, FRA) [7]. Použitý český název je možná poněkud zavádějící, protože nemáme v češtině jeden výraz pro anglické flavour, což je komplexní pojem zahrnující vjem jak chuti, tak pachu/vůně. Čili tento test se nezaměřuje specificky na chuť či pach, ale jak voda spotřebiteli chutná, jak ji celkově vnímá. Proto se nejčastěji používá na hodnocení přijatelnosti vody určené k denní spotřebě. Posuzovatelé ochutnají vzorek vody

a poté ho ohodnotí jedním stupněm na devítibodové stupnici deskriptorů, od 1 (Byl bych velmi šťasten, kdybych mohl tuto vodu pít každý den.), přes 5 (Možná bych mohl akceptovat tuto vodu jako svoji pitnou vodu pro každodenní pití.) po 9 (Nemohu tuto vodu snést v ústech, nikdy bych ji nemohl pít.). V USA používá metodu FRA řada vodáren (např. vodárny v Seattlu) pro posouzení, jak je voda pro jejich zákazníky přijatelná s tím, že stupně 1 až 5 značí přijatelnost, ale snaha je dostat se na průměrné hodnocení 3 (Jsem si jistý, že bych mohl akceptovat tuto vodu jako svoji pitnou vodu pro každodenní pití.) a lépe [6]. Stupnice hodnocení může být samozřejmě upravena – pro panel spotřebitelů v Rotterdamu byla kdysi používána pětibodová stupnice od „chutná dobře“ (1) po „chutná špatně“ (5) [8].

2. Testy preference (preference tests) – posuzovatelé posuzují dva a více vzorků a musí určit, kterému dávají přednost (popř. je seřadit podle preference).

B. Deskriptivní metody

Deskriptivní metody jsou analytické testy, při kterých cca 4–15 školených posuzovatelů (panelistů) určuje charakteristiku pachu/chuti vody, popř. též jejich intenzitu, odpovídají tedy na otázku: **Co cítíme a jak silně?** Deskriptivní metody můžeme dále rozdělit na:

1. Testy hodnocení vlastností (attribute rating tests) [6]. Jedná se o rychlé a praktické metody určené pro detekci a hodnocení jednotlivých pachotvorných (popř. „chutitvorných“) látek; vyžadují asi 1 hod. školení a 1 hod. pro implementaci. Zkoušený vzorek vody se porovnává se standardem (koncentrace blízko úrovně, kdy se vyskytují stížnosti spotřebitelů), standard také slouží pro screening schopnosti panelistů látku cítit. Používaná stupnice: 0 – nedetekováno; 1 – méně než standard; 2 – stejné jako standard; 3 – více než standard. Pokud se zapojí větší počet panelistů a zkouška se několikrát opakuje, lze získat dostatek dat pro statistické zpracování. Metoda se v praxi používá např. pro sledování výskytu pachu v surové a upravené vodě, při různých krocích úpravy (např. při hledání optimální dávky práškového aktivního uhlí), v různých částech distribučního systému apod.
2. Deskriptivně-analytické testy (např. analýza profilu pachu/chuti, celková intenzita pachu atd.) mají za účel popsat více-násobné charakteristiky vzorku, popř. vzorek v jeho celistvosti; kombinují kvalitativní a kvantitativní přístupy. Nejrozšířenějším testem z této skupiny je analýza profilu pachu/chuti (flavour profile analysis, FPA) [9,10], která hodnotí vzorek jako celek a poskytuje komplexní popis, co je ve vodě cítit a jak. Protože se obvykle popisuje kombinace více přítomných pachů a chutí, stanovuje se tzv. „profil“. Za účelem posouzení intenzity používá škálu sudých čísel 0–12 (pro každý jednotlivý zjištěný pach/chuť). Aby se dosáhlo reprodukovatelných a spolehlivých výsledků, je nutné mít v panelu 4–7 dobře proškolených posuzovatelů (úvodní školení cca 2 dny + periodická cvičení). Každý posuzovatel nejprve vzorek sám otestuje, pak podá zprávu o svých zjištěních ostatním a nakonec všichni diskutují, aby dosáhli konsenzu. Variantou je kvantitativní deskriptivní analýza (QDA), při které se nehledá konsenzus, ale uvádí se střední hodnota a směrodatná odchylka náleží jednotlivých panelistů. Metoda FPA

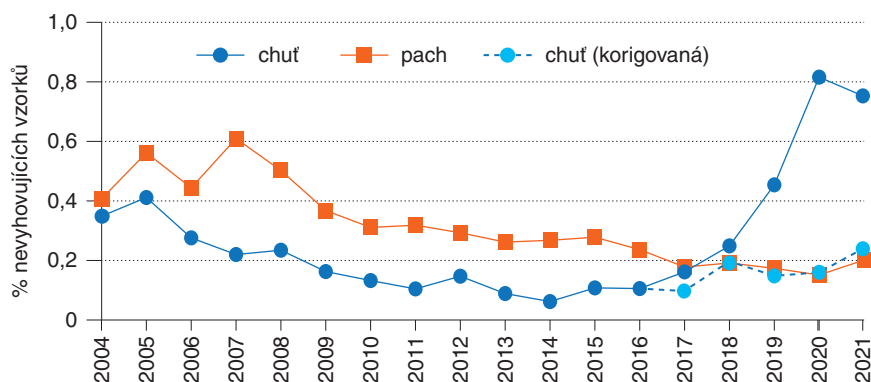
se také využívá pro stanovení prahové hodnoty jednotlivých pach(chuť)tvorných látek (taste or odour threshold concentration, OTC). Deskriptivní metody a FPA zejména vyžadují nalezení společného jazyka (slovníku). Za tím účelem se nejčastěji používá tzv. kolo pachů a chutí, které bylo vytvořeno již před desítkami let a stále se zdokonaluje [11]. V roce 2022 se v rámci projektu COST CA18225 chystá vydání kola ve více evropských jazycích, včetně češtiny.

C. Metody pro určení prahu

Jedná se o metody určující práh (threshold), tedy např. minimum, kdy je pach/chuť detekován(a) (něco již cítím, ale nepoznám, co to je) nebo rozpoznán(a) (recognition – nejen něco cítím, ale jsem také schopen určit charakter pachu/chuti). Obvykle se jedná o práh získávaný postupným ředěním výchozího vzorku. Zde je nejznámější metodou stanovení prahového čísla pachu/chuti (TON, TFN) [5,12], které bylo standardizováno již v roce 1946, nicméně pro rutinní kontrolu pitné vody není příliš vhodné. Pro stanovení prahu chuti/pachu jednotlivých látek, a to jak pro detekci, tak rozpoznání, se používá metoda ASTM E679-91 [6,13], při které se obvykle používá osm koncentrací (nejnižší by měla ležet pod předpokládaným prahem, nejvyšší by měla být rozpoznána většinou populace) a velký počet posuzovatelů (50–100) k získání validního výsledku. Postupuje se od nejnižší k nejvyšší koncentraci ve formátu nucené volby (panelista dostane v každém ředění tři vzorky, z nichž jeden je s hodnocenou látkou a dva jsou slepé, a musí určit, který ze tří vzorků je odlišný). Protože práh je velmi individuální záležitost a kolísá v čase i u jednotlivce, vyjadřuje se někdy výsledek jako tzv. BET (best estimate threshold) čili nejlepší odhad prahu.

D. Rozlišovací metody

Rozlišovací (diskriminační) metody umožňují rozlišit vzorky jeden od druhého; např. zda se změna zdroje surové vody nebo jiný druh úpravy vody projeví ve vnímání kvality vody ze strany spotřebitelů, zda poznají změnu. Jedná se o testy s nucenou volbou, protože posuzovatel musí určit, který vzorek či které vzorky jsou odlišné od ostatních, i když ještě (již) necítí žádný rozdíl. Je zde k dispozici několik druhů testů, např. párové porovnání (paired comparison), trojúhelníkový (triangle), dva z pěti („2-of-5“) nebo seřazovací (ranking) test, při kterém posuzovatel dostane sérii vzorků a musí je srovnat do řady od nejnižší po nejvyšší intenzitu (atribut) [6]. K získání validního výsledku je opět potřeba velkého počtu panelistů (ideálně 30 až 100).



Obr. 1: Překročení limitní hodnoty pro pach a chuť ve veřejných vodovodech v letech 2004–2020. Data ze Zpráv o kvalitě pitné vody v ČR. Korigovaná data chuti po odečtení mikrobiálně závadných vzorků, u kterých byla nepříjemná chuť uvedena, aniž by byl proveden rozbor

Tyto testy se ale používají v provozní praxi i s menším počtem panelistů v různých situacích (provozní kontrola pachu surové a upravené vody, sledování změny pachu po úpravě nebo v distribuční síti apod.). Např. vodárny ve Filadelfii používají test „2-of-5“ po opravách či výměnách částí potrubí, když daný úsek přechlorují a pak po proplachu hodnotí, zda už je voda stejné chuti/pachu jako jinde v síti a zda již tedy mohou daný úsek zprovoznit (jako posuzovatelé slouží pro tento účel terénní pracovníci vodáren) [6]. Ranking test se zase používá např. v situacích, kdy je po odsolení vody tato voda míchána s více mineralizovanou a hledá se optimální poměr míchání z hlediska sensorického – v takových případech se k testu využívají nejen školení laboratorní pracovníci, ale i neškolení posuzovatelé z řad veřejnosti (nebo jiných pracovníků vodárenské společnosti) [6].

Závěr

I když je z hlediska legislativy rozhodující, zda je voda po stránce pachu a chuti přijatelná pro spotřebitele, na což může teoreticky odpovědět jeden vybraný posuzovatel (vzorkař) pomocí jednoduché afektivní metody (ano – ne, resp. přijatelný – nepřijatelný), výrobce vody musí vedle toho v rámci provozní kontroly kvality vody získávat mnohem komplexnější či plastičtější představu o sensorických vlastnostech vody. Za tím účelem se u nás používá orientační sensorická analýza podle ČSN 75 7340, která je zjednodušenou analýzou profilu pachu a chuti (FPA) s prvky afektivní metody – zjednodušenou co do kvalitativního i kvantitativního popisu, ale především co do požadovaného počtu posuzovatelů.

Pokud není účelem analýzy jen konstatování „přijatelný/nepřijatelný“, při které stačí použít orientační metodu [4], měl by se používaný postup blížit modelu FPA podle [9]. A pokud jsou

zjištěny pachy/chutě na hranici přijatelnosti nebo za ní a je nutné nejen pátrat po příčině, ale i posuzovat účinnost nápravných opatření, je vhodné zařadit i některou z dalších metod, především ze skupiny deskriptivních nebo rozlišovacích, případně zapojit také instrumentální metody k identifikaci a kvantifikaci látek, které problémy způsobily. Nicméně i „pouhou“ přijatelnost je vhodné čas od času ověřit pomocí většího počtu posuzovatelů – a to i neškolených nebo jen minimálně proškolených posuzovatelů z okruhu spotřebitelů – a pomocí metody, která umožní tvrzení o přijatelnosti i kvantitativně (statisticky) doložit.

Poděkování

Tento příspěvek vznikl v rámci projektu TAČR TLO300025 Kohoutkovou nebo balenou: Bariéry a motivace konzumace pitné vody.

Poznámka

Tento příspěvek byl přednesen na konferenci Vodárenská biologie 2022 a otištěn ve sborníku z této konference. Pro účely publikace v časopise Sovak byl upraven a aktualizován.

Literatura

1. International Water Association: The Bonn Charter for Safe Drinking Water. September 2004 (česky: Bonnská charta pro bezpečnou pitnou vodu. Sovak 2005;14(7–8):20–23).
2. Ömür-Özbek P, Booth S, Butterworth S, Dunahee N, Durand M, Gillogly T. Global Taste and Odor Survey of Water Utilities. Final Report. AWWA, Denver 2012; 44 stran.
3. Kožíšek F. Pachové problémy s pitnou vodou. Sovak 1997;6(3): 10–11.
4. ČSN 75 7340 Kvalita vod – Metody orientační sensorické analýzy, prosinec 2019; 16 stran.
5. ČSN EN 1622 (75 7330) Jakost vod – Stanovení prahového čísla pachu (TON) a prahového čísla chuti (TFN), duben 2007; 28 stran.
6. Dietrich AM, Ömür-Özbek P. Advances in sensory measurement determinations. In: Lin TF, Watson S, Dietrich AM, Suffet IHM (eds.) Taste and Odour in Source and Drinking Water: Causes, Controls, and Consequences. IWA Publishing, London 2019;143–165.
7. Standard Method 2160 C. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 23. vydání. APHA, AWWA, WEF, Washington 2017.
8. Koster EP, Zoeteman BCJ, Piet GJ, et al. Sensory evaluation of drinking water by consumer panels. Sci. Total Environ., 1981;18:155–166.
9. Standard Method 2170. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 23. vydání. APHA, AWWA, WEF, Washington 2017.
10. Desrochers R. Sensory analysis in the water industry. J. Am. Water Works Assoc. 2008;100:50–54.
11. Suffet IHM, Braithwaite S, Zhou Y, Bruchet A. The drinking water taste-and-odour wheel after 30 years. In: Lin TF, Watson S, Dietrich AM, Suffet IHM (eds.) Taste and Odour in Source and Drinking Water: Causes, Controls, and Consequences. IWA Publishing, London 2019; 11–61.
12. Standard Method 2150 B. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 23. vydání. APHA, AWWA, WEF, Washington 2017.
13. American Standards for Testing Materials. Standard Practice for Defining and Calculating Individual and Group Sensory Thresholds Form Forced-Choice Data Sets of Intermediate Size. Annual Book of Standards, ASTM, Philadelphia 1991;Vol. 15:67–74.
14. Pumann P, Kožíšek F, Mayerová L, Gari DW. Příčiny zvýšeného počtu vzorků s nepřijatelnou chutí v letech 2018–2021. In: Dobiáš P. (ed.) Sborník z 16. ročníku konference Pitná voda 2022, konané v Táboře 23.–26. 5. 2022; str. 123–128. ENVI-PUR, Praha 2022; ISBN 978-80-905059-9-5.
15. Johnstone N, Serret Y. Determinants of bottled and purified water consumption: results based on an OECD survey. Water Policy 2012; 14:668–679.

MUDr. František Kožíšek, CSc., Ing. Lenka Mayerová, Ph.D.,
Mgr. Petr Pumann
Státní zdravotní ústav, Praha