

# Nová metóda pro stanovenie fluorotelomerných alkoholov vo vode

Fluórotelomerné alkoholy (FTOHs) sú jednou z hlavných tried per- a polyfluóralkylových látok (PFAS). Sú tiež jedným z najznámejších prekursorov perfluórokarboxylových kyselín (PFCA) vrátane kyseliny perfluóroktánovej (PFOA) a kyseliny perfluórohexánovej (PFHxA). Ich prítomnosť v povrchových a podzemných vodách a pitných vodách predstavuje pre ľudí a životné prostredie potenciálne riziko. Laboratóriá ALS nedávno vyvinuli a zvalidovali citlivú, robustnú a selektívnu analytickú metódu na kvantifikáciu FTOHs pomocou plynovej chromatografie s tandemovou hmotnostnou detekciou (GC-MS/MS).

## Úvod do problematiky

Priemyselné používanie látok na báze fluórotelomérov následne viedlo k rozsiahlemu výskytu FTOHs v životnom prostredí. Nedávne odborné štúdie sa zamerali na zdroje, osud, transport a distribúciu FTOHs v jednotlivých zložkách životného prostredia, expozíciu a riziká pre ľudské zdravie (odkazy sú uvedené nižšie).

## Použitie FTOHs

FTOHs sa používajú pri syntéze rôznych povrchovo aktívnych látok a ako medziprodukty pri výrobe množstva produktov so širokým spektrom použitia vrátane textílií, polymérov, farieb, lepidiel, voskov a čistiacich prostriedkov. FTOHs pôsobia ako povrchovo aktívne látky, mazivá a medziprodukty vo výrobných procesoch a môžu byť emitované do ovzdušia pri výrobe fluóropolymerov. Vzhľadom na svoju vysokú prchavosť môžu byť FTOHs ľahko prenášané vzduchom aj na veľké vzdialenosti od svojho zdroja. Potenciálnym zdrojom FTOHs sú výluhy zo skládok (Titaley et al., 2023) a čističky odpadových vôd (Wang et al., 2020).

FTOHs sú taktiež súčasťou hasiacich pien a sú vedľajším produktom hasiacich pien na báze fluórotelomérov. V monitorovacej štúdii bola stanovená koncentrácia 8:2 FTOH v hasiacich penách v rozmedzí 8 až 26,5 mg/l.



Obrázok 1: Ilustračný obrázok

## Výskyt a osud v životnom prostredí

V rámci rôznych štúdií boli FTOHs zistené vo všetkých typoch testovaných vôd (Ayala-Cabrera et al., 2020; Dimzon et al., 2017). Štúdie tiež ukázali, že FTOHs sa môžu vo vode rozkladať rôznymi mechanizmami biotransformácie na ďalšie perzistentné a bioakumulatívne PFCA látky (Dinglasan et al., 2004; Ellis et al., 2004; Wang et al., 2009; Yu et al., 2018; Zhao et al., 2013). FTOHs by sa preto mohli považovať za nepriamy zdroj PFCA v životnom prostredí.

## Expozícia

Kedže FTOHs sú hlavným prekursorom bežných PFCA, môžu mať taktiež podobné nepriaznivé účinky na ľudské zdravie a životné prostredie. K expozícii ľudí FTOHs dochádza predovšetkým vďaka príjmu z potravy a pitnej vody (Bach et al., 2016). Vďaka širokému používaniu bývajú FTOHs bežne nájdené v rôznych typoch vodných zdrojov vrátane pitnej vody (Ayala-Cabrera et al., 2020; Bach et al., 2016), odpadových vôd (Dimzon et al., 2017; Ma et al., 2022), prítokov a odtokov priemyselných odpadových vôd (Ayala-Cabrera et al., 2020; Dauchy et al., 2017; Ma et al., 2022), povrchových vôd (Bach et al., 2016; Portolés et al., 2015) alebo aj dažďovej vody (Kongpran et al., 2014; Mahmoud et al., 2009).

## Požiadavky na odber vzoriek

Vzorky by mali byť odoberané do 40ml tmavých vialiek (VOC vialky) s teflonovými septami, ktoré obsahujú 2ml methanolu. Je nutné dbať na to, aby boli vialky vzorkou naplnené po okraj, ale nepretekali. Vzorky by mali byť dodané do laboratória alebo na pobočky čo najskôr po vzorkovaní kvôli krátkej dobe *Holding Time*.

Tabuľka 1: Požiadavky na odber vzoriek a analýzu

Prístrojové vybavenie	GC-MS/MS-PCI
Fixačné činidlo	2 ml MeOH
Vzorkovnice	2 x 40ml vialka (VOC speciální)
Holding Time	5 dní

## Laboratórna analýza

Na analýzu FTOHs sa používa metóda GC-MS/MS s pozitívnou chemickou ionizáciou (PCI), ktorá poskytuje dostatočnú citlivosť, selektivitu a spoľahlivosť ich stanovenia.

Detekčné limity sú uvedené v Tabuľke 2.

Tabuľka 2: Zoznam analytov

Fluorotelomerný alkohol	Skratka	CAS číslo	Detekčný limit
6:2 Fluórotelomerný alkohol	6:2 FTOH	647-42-7	5 ng/l
8:2 Fluórotelomerný alkohol	8:2 FTOH	678-39-7	5 ng/l

## Literatúra

- Ayala-Cabrera J.F., Contreras L., Moyano E., Santos F.J. (2020) A novel methodology for the determination of neutral perfluoroalkyl and polyfluoroalkyl substances in water by gas chromatography-atmospheric pressure photoionisation-high resolution mass spectrometry. *Anal. Chim. Acta* DOI: 10.1016/j.aca.2019.12.004.
- Dauchy, X. Bioteux V., Back C., Colin A., Hemard J., Rosin C., Munox J., (2017) Mass flows and fate of per- and polyfluoroalkyl substances (PFASs) in the wastewater treatment plant of a fluorochemical manufacturing facility *Sci. Total Environ.* 576 549-558.
- Dimzon I.K., Wsterveld J., Gremmel C., Fromel T., Knepper T.P., de Voogt P. (2017) Sampling and simultaneous determination of volatile per- and polyfluoroalkyl substances in wastewater treatment plant air and water *Anal Bioanal Chem* 409: 1395-1404.
- Favreau, P.; Poncioni-Rothlisberger, C.; Place, B. J.; Bouchex- Bellomie, H.; Weber, A.; Tremp, J.; Field, J. A.; Kohler, M. Multianalyte Profiling of Per- and Polyfluoroalkyl Substances (PFASs) in Liquid Commercial Products. *Chemosphere* 2017, 171, 491–501.

- Higgins, C.; Field, J.; Deeb, R.; Conder, J. FAQs Regarding PFASs Associated with AFFF Use at U.S. Military Sites; Environmental Security Technology Certification Program Alexandria United States, 2017.

- Herzke, D.; Olsson, E.; Posner, S. Perfluoroalkyl and Polyfluoroalkyl Substances (PFASs) in Consumer Products in Norway – A Pilot Study. *Chemosphere* 2012, 88, 980–987.

- Kim, M. H.; Wang, N.; McDonald, T.; Chu, K.-H. Biodefluorination and Biotransformation of Fluorotelomer Alcohols by Two Alkane-Degrading Pseudomonas Strains. *Biotechnol. Bioeng.* 2012, 109, 3041–3048.

- Ma H., Peng H., Chen H., Shang W., Zheng X., Yang M., Zhang Y., (2022) Long-term trends of fluorotelomer alcohols in a wastewater treatment plant impacted by textile manufacturing industry, *Chemosphere*, Volume 299.

- Portolés T., Rosales L.E., Sancho J.V., Santos J., Moyano E., (2015) Gas chromatography-tandem mass spectrometry with atmospheric pressure chemical ionization for fluorotelomer alcohols and perfluorinated sulfonamides determination, *Journal of Chromatography A*, Volume 1413, 2015, 107-116.

- Titley I.A., Florentino B., Cruz D., Barlaz M., Field J.A. (2023) Neutral Per- and Polyfluoroalkyl Substances in In-situ Landfill Gas by Thermal Desorption-Gas Chromatography-Mass Spectrometry *Environ. Sci. Technol. Lett.* 2023, 10, 3, 214-22.

- Wang, N.; Szostek, B.; Buck, R. C.; Folsom, P. W.; Sulecki, L. M.; Capka, V.; Berti, W. R.; Gannon, J. T. Fluorotelomer Alcohol Biodegradation Direct Evidence That Perfluorinated Carbon Chains Breakdown. *Environ. Sci. Technol.* 2005, 39, 7516–7528.

- Yan P.F., Dong S, Manz K.E., Liu C., Woodcock M.J., Mezzari M.P., Abriola L.M., Pennell K.D., Cápiro N.L. Biotransformation of 8:2 Fluorotelomer Alcohol in Soil from Aqueous Film-Forming Foams (AFFFs)-Impacted Sites under Nitrate-, Sulfate-, and Iron-Reducing Conditions. *Environ Sci Technol.* 2022 Oct 4;56(19):13728-13739. doi: 10.1021/acs.est.2c03669.

Kontaktujte našich expertov

