

# Nová metoda pro stanovení fluorotelomerních alkoholů ve vodě

Fluorotelomerní alkoholy (FTOHs) představují jednu z hlavních skupin per- a poly-fluoroalkylových látek (PFAS). Jsou také jedny z nejznámějších prekurzorů perfluorokarboxylových kyselin (PFCA), včetně kyseliny perfluorooktanové (PFOA) a kyseliny perfluorohexanové (PFHxA). Jejich přítomnost v povrchových, podzemních a pitných vodách představuje pro lidi a životní prostředí potenciální riziko. Laboratoře ALS vyvinuly a v nedávné době také zvalidovaly citlivou, robustní a selektivní analytickou metodu pro stanovení a kvantifikaci FTOHs metodou plynové chromatografie s tandemovou hmotnostní detekcí (GC-MS/MS).



Obrázek 1: Ilustrativní obrázek

## Úvod do problematiky

Průmyslové používání látek na bázi fluorotelomerů následně vedlo k rozsáhlému výskytu FTOHs v životním prostředí. Mnohé odborné studie z nedávné doby se zaměřily na zdroje, osud, transport a distribuci FTOHs v jednotlivých složkách životního prostředí, expozici a rizika pro lidské zdraví (viz. odkazy níže).

## Použití FTOHs

FTOHs se používají při syntéze různých povrchově aktivních látek a jako meziprodukty při výrobě řady produktů s širokým spektrem použití, včetně textilií, polymerů, barev, lepidel, vosků a čisticích prostředků. FTOHs působí jako povrchově aktivní látky, maziva a meziprodukty ve výrobních procesech a mohou být emitovány do ovzduší při výrobě fluoropolymerů. Vzhledem ke své vysoké těkavosti mohou být FTOHs snadno přenášeny vzduchem a diGenova i na velkých vzdálenostech od svého zdroje. Potenciálními zdroji FTOHs jsou také výluhy skládek (Titaley et al., 2023) nebo čistírny odpadních vod (Wang et al., 2020).

FTOHs jsou také součástí hasicích pěn a jsou vedlejším produktem hasicích pěn na bázi fluorotelomerů. V monitorizační studii byla stanovena koncentrace 8:2 FTOH v hasicích pěnách v rozmezí 8 až 26,5 mg/l.

## Výskyt a osud v životním prostředí

V rámci různých studií byly FTOHs nalezeny ve všech typech testovaných vod (Ayala-Cabrera et al., 2020; Dimzon et al., 2017). Studie rovněž ukázaly, že FTOHs se mohou ve vodě rozkládat různými mechanismy biotransformace na další perzistentní a bioakumulativní PFCA látky (Dinglasan et al., 2004; Ellis et al., 2004; Wang et al., 2009; Yu et al., 2018; Zhao et al., 2013). FTOHs lze proto považovat za nepřímý zdroj PFCA v životním prostředí.

## Expozice

Protože jsou FTOHs hlavním prekurzorem běžných PFCA, mohou mít také podobné nepříznivé účinky na lidské zdraví a životní prostředí. K expozici člověka FTOHs dochází především díky příjmu z potravy a pitné vody (Bach et al., 2016). Díky širokému používání FTOHs bývají běžně nalezeny v různých typech vodních zdrojů, včetně pitné vody (Ayala-Cabrera et al., 2020; Bach et al., 2016), odpadních vod (Dimzon et al., 2017; Ma et al., 2022), přítoků a odtoků průmyslových odpadních vod (Ayala-Cabrera et al., 2020; Dauchy et al., 2017; Ma et al., 2022), povrchových vod (Bach et al., 2016; Portolés et al., 2015) nebo i dešťové vody (Kon- ggran et al., 2014; Mahmoud et al., 2009).

## Požadavky na odběr vzorků

Vzorky by měly být odebírány do 40ml tmavých vialek (VOC vialky) s teflonovými septy, které obsahují 2 ml methanolu. Je nutné dbát na to, aby byly vialky vzorkem naplněny po okraj, ale nepřetékaly. Vzorky by měly být dodány do laboratoře nebo na pobočky co nejdříve po vzorkování kvůli krátké době Holding Time.

Tabulka 1: Požadavky na odběr vzorků a analýzu

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

## Laboratorní analýza

Pro analýzu FTOHs se používá metoda GC-MS/MS s pozitivní chemickou ionizací (PCI), která poskytuje dostatečnou citlivost, selektivitu a spolehlivost jejich stanovení. Detekční limity jsou uvedeny v Tabulce 2.

Tabulka 2: Seznam analytů

Fluorotelomerní alkohol	Zkratka	CAS číslo	Limit detekce
6:2 Fluorotelomerní alkohol	6:2 FTOH	647-42-7	5 ng/l
8:2 Fluorotelomerní alkohol	8:2 FTOH	678-39-7	5 ng/l

## Literatura

- 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.

- Titaley 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 naše  
experty

