



Nova analitička metoda za ispitivanje fluorotelomernih alkohola u vodi

Fluorotelomerni alkoholi (FTOH) čine jednu od glavnih klasa perfluoriranih i polifluoriranih alkilnih supstanci (PFAS). Također su jedni od najpoznatijih prethodnica perfluorokarboksilnih kiselina (PFCA) uključujući perfluorooktanoinsku kiselinu (PFOA) i perfluoroheksanoinsku kiselinu (PFHxA). Njihovo prisustvo u površinskim vodama, podzemnim vodama i zalihama pitke vode predstavlja potencijalni rizik za zdravlje ljudi i okoliša. Istraživački i razvojni tim tvrtke ALS nedavno je validirao osjetljivu, robustnu i selektivnu analitičku metodu (UKAS akreditacija u tjeku) za kvantifikaciju FTOH-ova pomoću plinske kromatografije s tandem masenom spektrometrijom s trostrukim kvadrupolom (GC-MS/MS).

Uvod

Široka primjena tvari na bazi fluorotelomera rezultirala je velikim prisustvom FTOH-ova u okolišu. Nedavne studije su se fokusirale na izvore, sudbinu, transport i distribuciju FTOH-ova u medijima životne sredine, izloženost i rizike po zdravlje ljudi (reference navedene ispod).

Upotreba FTOH-ova

FTOH se koriste u sintezi raznih površinskih aktivnih tvari (surfaktansa) i kao intermedijari u proizvodnji širokog spektra proizvoda s mnogobrojnim primjenama, uključujući tekstil, polimere, boje, ljepila, voskove i sredstva za čišćenje. FTOH djeluju kao površinski aktivne tvari, podmazivači i intermedijarni proizvodi u proizvodnim procesima te se mogu emitirati u atmosferu tijekom proizvodnje fluorpolimera. Zbog svoje visoke hlapivosti, FTOH-ovi također mogu podlijeći dalekosežnom transportu u okolišu. Procijedenje iz deponija (Titaley et al., 2023.) i postrojenja za pročišćavanje otpadnih voda potencijalni su izvori FTOH-ova (Wang et al., 2020.).

FTOH su sastavni dio pjene za gašenje požara s vodenom oblogom (AFFF) i nusprodukt su AFFF-a na bazi fluorotelomera. Koncentracija FTOH 8:2 u AFFF-u kretala se od 8 do 26,5 mg/L (Favreau, 2017.). Stoga je vjerojatno da će se otkrivanje FTOH-ova na područjima zagađenim AFFF-om povećati s poboljšanjem analitičkih metoda.



Sudbina i Transport

FTOH su pronađeni na svim lokacijama u vodi (Ayala-Cabrera et al., 2020; Dimzon et al., 2017). Studije također pokazuju da se FTOH-ovi u vodi mogu razgrađivati u druge persistente, bioakumulativne perfluorokarboksilne kiseline (PFCA) kroz različite mehanizme biotransformacije (Dinglasan et al., 2004; Ellis et al., 2004; Wang et al., 2009; Yu et al., 2018; Zhao et al., 2013). Stoga se FTOH-ovi mogu smatrati indirektnim izvorom PFCA u okolišu.

Izloženost

Budući da su glavni prethodnik uobičajenih perfluorokarboksilnih kiselina (PFCA), FTOH mogu prouzročiti slične štetne učinke na zdravlje ljudi i okoliš. Ljudska izloženost FTOH-ovima se uglavnom događa kroz unos hranom i pitkom vodom (Bach et al., 2016.).

Zbog široke upotrebe, FTOH su pronađeni u raznim vodenim izvorima, uključujući pitku vodu (Ayala-Cabrera et al., 2020; Bach et al., 2016.), otpadne vode (Dimzon et al., 2017; Ma et al., 2022), ulaze i ispušte industrijskih otpadnih voda (Ayala-Cabrera et al., 2020; Dauchy et al., 2017; Ma et al., 2022), površinske vode (Bach et al., 2016; Portolés et al., 2015) i kišnicu (Kongpran et al., 2014; Mahmoud et al., 2009).

Zahtjevi za uzorkovanje

Uzroci se treba prikupljati u 40mL bocama za hlapljive tvari s teflon septom koje sadrže 2mL metanola. Boce se ne smiju prepuniti do prolivanja metanola, ali treba postići nulti prostor za glavu prilikom uzimanja uzorka.

Uzroci se moraju vratiti u laboratorij što je prije moguće zbog kratkog vremena čuvanja.

Tabela 1: Zahtjevi za uzorkovanje i analizu

Metoda ispitivanja (instrument)	GC-MS/MS-PCI
Interna ALS oznaka metode	GEO 74
Posude za uzorke (Ref STL 92)	2 x 40ml prozirna boca za hlapljive organske spojeve (VOC)
Vrijeme čuvanja	5 dana

Laboratorijske analize

Upotreba GC-MS/MS s pozitivnom kemijskom ionizacijom (PCI) poboljšava osjetljivost, selektivnost i pouzdanost određivanja FTOH-ova i omogućava granice detekcije prema Tablici 2.

Tabela 2. Sažetak izvještaja

Fluorotelomerni alkohol	Skraćenica	CAS broj	Granica detekcije
6:2 Fluorotelomerni alkohol	6:2 FTOH	647-42-7	5 ng/L
8:2 Fluorotelomerni alkohol	8:2 FTOH	678-39-7	5 ng/L

Izvori:

• 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. Bio-transformation 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.

Pitajte stručnjake!

