



Nowa metoda analityczna badania alkoholi fluorotelomerowych w wodzie

Alkohole fluorotelomerowe (FTOH) są jedną z głównych klas substancji perfluoroalkilowych i polifluoroalkilowych (PFAS). Są również jednymi z najlepiej znanych prekursorów kwasów perfluorokarboksylowych (PFCA), w tym kwasu perfluorooktanowego (PFOA) i kwasu perfluoroheksylowego (PFHxA). Ich obecność w wodach powierzchniowych, gruntowych oraz wodach pitnych stanowi potencjalne zagrożenie dla zdrowia ludzi i środowiska. Zespół badawczo-rozwojowy ALS opracował i zwalidował czułą, niezawodną i selektywną metodę analityczną do ilościowego oznaczania FTOH za pomocą chromatografii gazowej z tandemową spektrometrią mas typu potrójny kwadrupol (GC-MS/MS). Metoda jest w trakcie procesu akredytacyjnego w Wielkiej Brytanii (UKAS).

Wstęp

Szerokie zastosowanie substancji bazujących na fluorotelomerach spowodowało rozległą obecność FTOH w środowisku. Ostatnie badania skupiały się na źródłach pochodzenia, transporcie i dystrybucji FTOH w środowisku oraz wpływie ich obecności na ludzi i ich zdrowie.

Zastosowanie FTOH

Alkohole fluorotelomerowe (FTOH) znajdują zastosowanie w syntezie różnych środków powierzchniowo czynnych oraz jako półprodukty w produkcji wielu wyrobów o szerokim spektrum zastosowań, takich jak tekstylia, polimery, farby, kleje, woski i środki czyszczące. FTOH zachowują się jak detergenty, smary i produkty pośrednie w procesach produkcyjnych. Mogą być emitowane do atmosfery podczas produkcji fluoropolimerów. Ze względu na wysoką lotność, FTOH mogą być transportowane na znaczące odległości i w efekcie zanieczyszczać środowisko na ogromnych powierzchniach. Potencjalnymi źródłami FTOH są odcieki z wysypisk odpadów (Titaley et al., 2023) oraz oczyszczalnie ścieków (Wang et al., 2020).

FTOH są również składnikami pianotwórczych środków gaśniczych (AFFF) oraz są produktem ubocznym w pianach gaśniczych, produkowanych na bazie fluorotelomerów. Stężenia 8:2 FTOH w AFFF wahały się od 8 do 26,5 mg/L (dane z 2017 - Favreau, 2017). Wykrywalność FTOH w miejscach skażonych pianami AFFF prawdopodobnie wzrosła wraz z rozwojem technik analitycznych. Musimy mieć świadomość, że skażenie, z którym mamy do czynienia jest zdecydowanie większe.



Dalsze losy i transport

Badania wykazały obecność FTOH w wodzie (Ayala-Cabrera et al., 2020; Dimzon et al., 2017). Wykazały one również, iż w wyniku mechanizmów biotransformacji FTOH mogą ulegać rozkładowi w wodzie na inne trwałe i kumulujące się w organizmach żywych kwasy perfluorokarboksylowe (PFCA) (Dinglasan et al., 2004; Ellis et al., 2004; Wang et al., 2009; Yu et al., 2018; Zhao et al., 2013). Z tego względu FTOH można uznać za pośrednie źródło PFOA w środowisku.

Ekspozycja i narażenie

FTOH jako główny prekursor powszechnie wykrywanych kwasów perfluorokarboksylowych (PFCA), mogą wywoływać niekorzystne skutki dla zdrowia ludzkiego i środowiska. Narażenie człowieka na FTOH następuje głównie drogą pokarmową, taką jak dieta i woda pitna (Bach i in., 2016). Ze względu na ich szerokie zastosowanie FTOH można znaleźć w różnych typach źródeł wody, w tym w wodzie pitnej (Ayala-Cabrera i in., 2020; Bach i in., 2016), ściekach (Dimzon i in., 2017; Ma i in., 2022), dopływach i odpływach ścieków przemysłowych (Ayala-Cabrera i in., 2020; Dauchy i in., 2017; Ma i in., 2022), wodach powierzchniowych (Bach i in., 2016; Portolés i in., 2015) oraz wodzie deszczowej (Kongpran i in., 2014; Mahmoud i in., 2009).

Wymagania dotyczące pobierania próbek

Próbki powinny być pobierane do szklanych wial o pojemności 40ml wyposażonych w teflonową septę. Środkiem utrwalającym próbkę jest metanol (2ml). Należy zachować ostrożność podczas napełniania wial, aby nie wypłukać metanolu. Wiale zakręcić w taki sposób, aby w pobieranej próbce nie było powietrza.

Uwaga:

Próbki należy jak najszybciej dostarczyć do laboratorium ze względu na krótki czas przechowywania.

Tabela 1: Wymagania dotyczące pobierania próbek i analizy

Narzędzia do metody badawczej	GC-MS/MS-PCI
Kod metody ALS	GEO 74
Pojemniki na próbki (Ref STL 92)	2 x 40ml czysta fiolka VOC
Czas przechowywania	5 dni

Analizy laboratoryjne

Do oznaczania FTOH stosuje się chromatografię gazową sprzężoną z tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS) z zastosowaniem jonizacji chemicznej o dodatnim ładunku (PCI). Metoda ta zapewnia wysoką czułość, selektywność i niezawodność analizy. Limity wykrywalności dla poszczególnych związków przedstawiono w Tabeli nr 2.

Tabela 2: Podsumowanie raportu

Alkohol fluorotelomerowy	Skrót	Numer CAS	Limit detekcji
6:2 Fluorotelomer Alcohol	6:2 FTOH	647-42-7	5 ng/L
8:2 Fluorotelomer Alcohol	8:2 FTOH	678-39-7	5 ng/L

Referencje:

- 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.

Dowiedz się więcej od
naszych ekspertów!

