

Suda Florotelomer Alkollerin Tespit Edilmesi İçin Yeni Analitik Yöntem

Florotelomer alkollet (FTOH'ler) per- ve polifloroalkik maddelerinin (PFAS) başlıca sınıflarından biridir. Ayrıca perfloro-oktanoik asit (PFOA) ve perfloroheksanoik asit (PFHxA) dahil olmak üzere perflorokarkutilik asitlerin (PFCA'lar) en iyi öncülerinden biridir. Yüzeysel suları, yeraltı suları ve içme suyu kaynaklarındaki varlıkları insan sağlığı ve çevre için potansiyel risk teşkil etmektedir. ALS Ar-Ge Ekibi yakın zamanda gaz kromatografisi -üçlü dörtlü tandem kütle spektrometresi (GC-MS/MS) kullanarak FTOH'ları ölçmek için hassas, samlam ve seçici bir analitik yöntemi (UKAS akredisasyonunu daha beklemektedir) onaylamıştır.



Şekil 1: Açıklayıcı Resim

Giriş

Florotelomer bazlı maddelerin yaygın olarak kullanılması, GTOH'ların çevrede ve çevresel ortamdaki ağırlımı, maruziyet ve insan sağlığı riskleri üzerinde odaklanmıştır (Referanslar aşağıda verilmiştir..

FTOH'ların Kullanımı

FTOH'lar çeşitli yüzey aktif maddelerin sentezinde ve tekstil, polimer, boya, yapıştırıcı, mum ve temizlik malzemeleri gibi geniş bir uygulama alanına sahip çeşitli ürünlerin üretiminde ara ürün olarak kullanılmaktadır.. FTOH'lar üretim süreçlerinde yüzey aktif maddeler, yağlayıcılar ve ara ürünler olarak işlev görür ve floropolimerlerin üretimi sırasında atmosfere salınabilir. Yüksek uçuculukları nedeniyle, FTOH'lar uzun menzilli çevresel taşınımına da maruz kalabilir. Çöp sızıntı suyu (Titaley et al., 2023) ve atık su arıtma tesisleri potansiyel PTOH kaynaklarıdır. (Wang et al., 2020).

FTOH'lar sulu film oluşturucu köpük (AFFF) formülasyonlarının bir bileşenidir ve florotelomer bazlı AFFF'de bir yan üründür. 8:2 AFFF'deki FTOH konsantrasyonları 8 ile 26,5 mg/L arasında değişmektedir (Favreau, 2017).

Bu nedenle AFFF'den etkilenen sahalarda FTOH'ların tespitinin analitik yöntemler geliştikçe artması muhtemeldir.

Akıbet ve Taşıma

Ferum et estem aut es mi, verciptam FTOH'lar suda her yerde bulunmuştur (Ayala-Cabrera et al., 2020; Dimzon et al., 2017). Çalışmalar ayrıca FTOH'ların çeşitli biyotransformasyon mekanizmaları ile sudaki diğer kalıcı, biyoakümülatif PFCA'lara parçalanabildiğini göstermiştir (Dinglasan et al., 2004; Ellis et al., 2004; Wang et al., 2009; Yu et al., 2018; Zhao et al., 2013).

Bu nedenle FTOH'lar çevredeki PFCA'ların dolaylı bir kaynağı olarak kabul edilebilir.

Maruziyet

Yaygın PFCA'ların önemli bir öncüsü olan FTOH'lar, insan sağlığı ve çevre üzerinde benzer olumsuz sağlık etkilerine neden olabilir. FTOH'a maruz kalması temel olarak beslenme ve içme suyu gibi sindirim yollarıyla gerçekleşir. (Bach et al., 2016). Yaygın olarak kullanıldıkları için FTOH'lar içme suyu (Ayala-Cabrera et al., 2020; Bach et al., 2016), atık sular (Dimzon et al., 2017; Ma et al., 2022), endüstriyel atık su girişi ve çıkışları (Ayala-Cabrera et al., 2020; Dauchy et al., 2017; Ma et al., 2022), yüzey suyu (Bach et al., 2016; Portolés et al., 2015), ve yağmur suyu (Kongpran et al., 2014; Mahmoud et al., 2009) dahil olmak üzere çeşitli su kaynaklarında bulunmuştur.

Numune Alma Gereklilikleri

Örnekler, 2 mL metanol içeren Teflon septalı 40 mL'lik uçucu şişelerde toplanmalıdır. Şişeler metanol dökülerek aşırı doldurulmamalı, ancak numune toplanırken sıfır tepe boşluğu elde edilmelidir. Kısa bekleme süreleri nedeniyle numuneler mümkün olan en kısa sürede laboratuvara geri gönderilmelidir.

Tablo 1: Numune Alma ve Analiz Gereklilikleri

Test metodu enstrümantasyonu	GC-MS/MS-PCI
Sabitleyici madde	2 mL MeOH
Numune Kapları	2 x 40ml clear VOC vial
Bekleme Süresi	5 gün

Laboratuvar Analizleri

Pozitif kimyasal iyonizasyonlu (PCI) GC-MS/MS kullanımı, FTOH'ların belirlenmesinde hassasiyeti, seçiciliği ve güvenliği artırır ve Tablo 2'ye göre tespit limitleri sağlar.

Tablo 2: Raporlama Özeti

Fluorotelomer Alcohol	Kısaltma	CAS Numarası	Tespit Limiti
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

Referanslar

- 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. Biodegradation 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.

Ask the Experts

