



## Adsorbowalny Organiczny Fluor (AOF) w próbkach wody

### Informacje o aplikacji

Typ próbki	Woda
Składnik	Fluor
Stężenie	0 – 100 µg/L
Stosowane metody	DIN 38409-59

Ostatnie badania oraz regulacje coraz częściej koncentrują się na substancjach per- i polifluoroalkilowych (PFAS), które stanowią zbiorcze określenie dla ponad 6000 potencjalnie toksycznych związków zbudowanych z fluoru i grup alkilowych.

Wykrycie adsorbowalnego organicznego fluoru (AOF) w wodzie jest kluczowym wskaźnikiem możliwego zanieczyszczenia PFAS, co czyni jego oznaczenie istotnym ze względu na trwałość środowiskową, potencjalną toksyczność oraz odporność tych substancji na degradację. Związki fluoru mogą akumulować się w ekosystemach i stanowić poważne zagrożenie dla zdrowia człowieka, w tym zwiększać ryzyko nowotworów oraz uszkodzeń wątroby. Monitorowanie stężenia fluoru jest niezbędne dla spełnienia wymagań regulacyjnych, zapewniając zgodność działalności przemysłowej z normami środowiskowymi i bezpieczeństwa. Ogrywa ono także ważną rolę w kontroli procesów przemysłowych, utrzymaniu jakości produktów oraz opracowywaniu skutecznych strategii gospodarki odpadami. Ponadto zrozumienie zachowania AOF wspiera działania badawczo-rozwojowe ukierunkowane na tworzenie bezpieczniejszych alternatyw i poprawę praktyk przemysłowych.

Chromatografia jonowa ze spalaniem (IC) umożliwia wykrycie poszczególnych związków halogenowanych, takich jak fluor w wodzie, w ramach jednej analizy.

### Podsumowanie

System XPREP C-IC został wykorzystany do zautomatyzowanego przygotowania próbek w analizie spalania-IC. XPREP C-IC obejmuje pirolityczne spalanie próbek, zbieranie frakcji i wprowadzanie ich do IC.

Przed tym procesem próbki ciekłe były poddawane wstępnemu przygotowaniu w systemie filtracyjnym XPREP-A6, w którym halogenki związane organicznie adsorbowały się na mikrokolumnach wypełnionych węglem aktywnym. Mikrokolumny te były następnie umieszczane w autosamplerze Tuscan, który wprowadzał je do łódki systemu spalania Xprep C-IC.



### Zastosowane moduły

Xprep C-IC

Tuscan

Xprep-A6

### DOSTĘPNE USŁUGI

Wsparcie techniczne

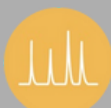
Instalacja i konfiguracja

Konserwacja

Wsparcie aplikacyjne

Wsparcie sprzętowe

Gwarancja



Węgiel aktywny jest spalany w środowisku bogatym w tlen, w wysokiej temperaturze. Po spaleniu strumień gazów zawierający anality jest kierowany do jednostki zbierania frakcji i wychwytywany w medium absorbującym.

Każda pojedyncza analiza składa się z filtracji próbki (adsorpcja na węglu aktywnym), spalania, zbierania frakcji, wprowadzenia do IC oraz detekcji. Chromatografia jonowa (IC) dostarcza precyzyjnych wyników z doskonałą powtarzalnością (RSD) nawet na poziomach śladowych fluoru.

### Wyniki badań

PRÓBKA	ILOŚĆ PRÓBKII (ml)	FLUOR (µg/L)
Woda 1	100	<2
Woda 2	100	<2
Woda 3	100	2.8
Woda 4	100	3.7
Woda 5	100	3.4

Tabela 1: Wyniki analizy AOF w wodzie.

### Opis systemu

**Przygotowanie próbki** – Związki fluoru związane organicznie mogą być filtrowane i adsorbowane na węglu aktywnym metodą kolumnową systemu przygotowania próbek Xprep-A6. Metoda kolumnowa opisuje pobranie próbki 100 mL (woda) do każdej z 6 mikrokolumn (szeregowo), wypełnionych węglem aktywnym w celu adsorpcji halogenów organicznych przez filtrację. Po filtracji zawartość nieorganiczna jest spłukiwana, a węgiel jest ostatecznie spalany w wysokiej temperaturze. Druga kolumna służy do zapewnienia, że przebiec próbki nie przekracza 10% całkowitej wartości. Wyniki próbek uzyskuje się przez zsumowanie analizowanych stężeń z pierwszej i drugiej kolumny.

**Wprowadzanie próbki** – Autosampler kolumnowy Tuscan automatycznie wprowadza zawartość kolumny AOF do modułu spalań, z pełną kontrolą prędkości spalania próbki i węgla. Tuscan może wprowadzić automatycznie wszystkie do 42 kolumn bez ingerencji operatora. Po analizie puste szklane kolumnowe można odzyskać z autosamplera Tuscan do ponownego napełnienia węglem aktywnym.

**Spalanie** – Jednostka spalania wyposażona jest w piec dwustrefowy. Każda próbka jest całkowicie utleniana przez pirolityczne spalanie w środowisku bogatym w tlen w wysokiej temperaturze. Rura do pirolitycznego spalania zawiera jednostopniowy filtr wychytujący oraz technikę przepływu kolizyjnego. Jednostopniowy filtr wychytujący chroni dalszy tor przepływu przed przedostaniem się sadzy. Filtr wychytujący jest „samooczyszczający”, ponieważ nieustannie regeneruje się dzięki wysokiej temperaturze i obecności przepływu tlenu. Technika przepływu kolizyjnego zapewnia maksymalną moc utleniania dla próbek trudnych do utlenienia.

**Absorpcja** – Po spaleniu roztwór absorbujący jest automatycznie dodawany do strumienia gazów wylotowych, aby zagwarantować całkowite wychwycenie analitów w jednostce zbierania frakcji. W tym procesie H-X i X<sub>2</sub> są przekształcane w F<sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup> i Br<sup>-</sup>. Te jony ujemne zostaną rozdzielone w kolumnie IC. Do 65 spalonych próbek może być zaabsorbowanych i przechowywanych w indywidualnych fiolkach absorpcyjnych. Spalone i zebrane próbki mogą być natychmiast przekazane do IC lub przechowywane do późniejszej analizy. Ponowna analiza zaabsorbowanych już próbek jest możliwa w dowolnym momencie, jeśli jest to konieczne.

**Analiza IC** – Po zakończeniu przygotowania próbki absorbent zawierający anality jest automatycznie przenoszony z jednostki zbierania frakcji do dowolnego chromatografu jonowego. Zawór sześciodrożny oraz pętla próbki 100 µL są umieszczone z przodu jednostki zbierania frakcji. Wewnętrzna pompa strzykawkowa napełnia i przepłukuje pętlę próbki IC. Pętla próbki może zostać użyta ponownie do napełniania prekoncentratora, jeśli jest on obecny w IC.

### Ustawienia systemu Xprep C-IC

PARAMETR	USTAWIENIE
Przepływ tlenu	300 mL/min
Dodatkowy przepływ tlenu	50 mL/min
Przepływ kolizyjny tlenu	100 mL/min
Temperatura pieca I	1000 °C
Temperatura pieca II	1000 °C
Moduł wprowadzania	Moduł łódeczki kwarcowej
Roztwór absorbujący	Ultraczysta woda (UPW)
Rurki absorpcyjne	Fiolki 23 mL
Całkowita objętość rurek absorpcyjnych	8715 µL
Pętla próbki IC	100 µL

Tabela 2: Ustawienia systemu dla analizy adsorbowlanych organicznych halogenków metodą C-IC.

### Program łódeczki

POZYCJA(mm)	PRĘDKOŚĆ (mm/s)	PAUZA (s)
200	5	45
20	5	0

Tabela 3: Program wprowadzania łódeczki z próbką do rury spalań systemu XPREP

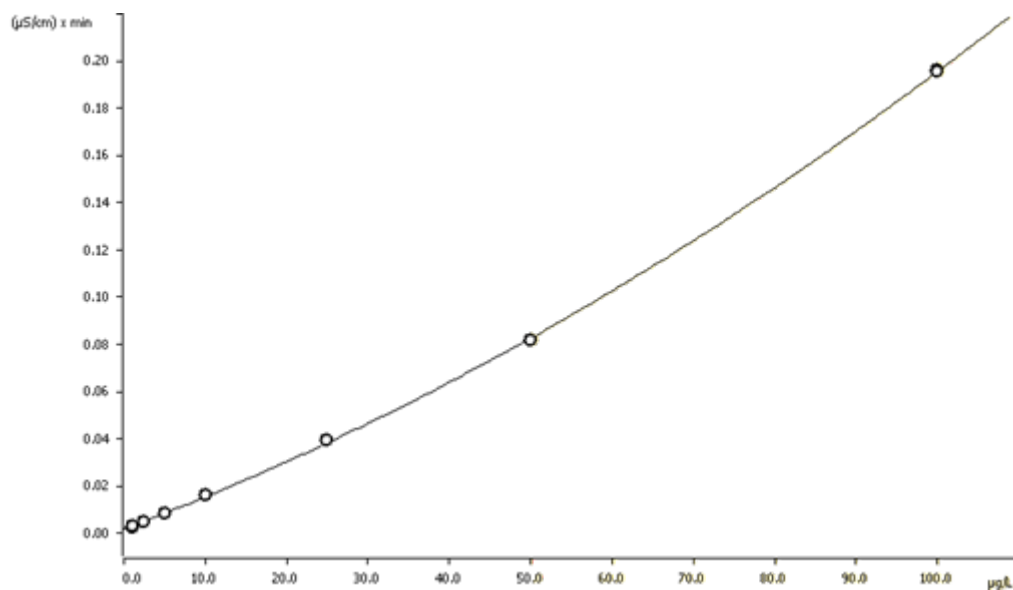
### Kalibracja

Wzorce kalibracyjne są przygotowywane z kwasu 4-fluorobenzoesowego w wodzie ultraczystej (UPW). Wszystkie poszczególne wzorce przechodzą pełen proces w każdej analizie: filtracja (adsorpcja na węglu aktywnym), wprowadzenie, spalanie, zbieranie frakcji, dozowanie IC oraz detekcja. Każdy wzorec kalibracyjny jest analizowany trzykrotnie. Chromatograf jonowy został skalibrowany w następujących zakresach dla poszczególnych składników:

SKŁADNIK ORGANICZNY	ZAKRES	REGRESJA – $r^2$
Fluor	0 – 100 µg/L	0.9998

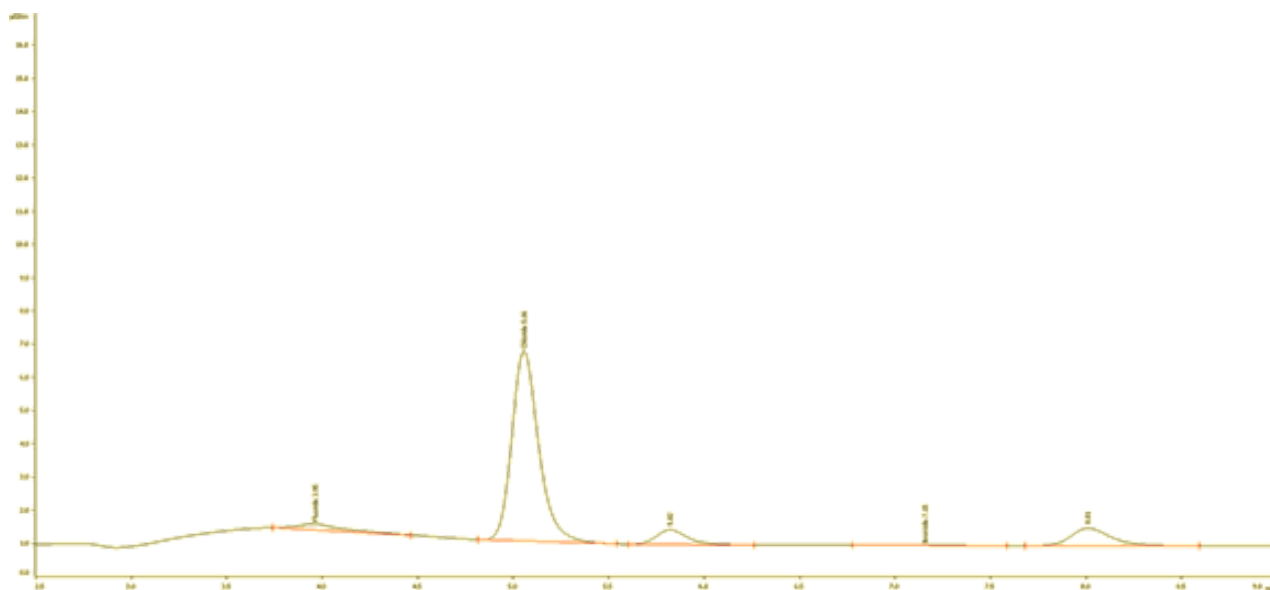
Tabela 4: Zakres kalibracji fluoru.





Rysunek 1: Linia kalibracyjna fluoru 0 – 100 µg/L –  $r^2$  0,9999

### Przykładowy chromatogram



Rysunek 2: Woda 4

Dostawca: [info@sylant.pl](mailto:info@sylant.pl), tel. 32 230 32 01

**SYL & ANT**  
Instruments Sp. z o.o.

