

Analityk jest najważniejszy

O czym użytkownik chromatografu jonowego powinien zawsze pamiętać (cz. I)

Rajmund Michalski*

Chromatografia jonowa jest obecnie najważniejszą instrumentalną metodą oznaczania jonów przede wszystkim w wodach i ściekach. Chromatograf jonowy to wydatek o wartości zazwyczaj kilkuset tysięcy złotych, ale doświadczony analityk obsługujący tak wyrafinowany sprzęt to inwestycja bezcenna. W dwóch częściach niniejszego artykułu opisano najważniejsze zasady prawidłowej pracy z chromatografem jonowych, takie jak dobór właściwej metody przygotowania próbki do analizy; wybór kolumny i eluentu oraz sposobu detekcji; wpływ temperatury czy stężenia eluentu na jakość otrzymywanych wyników; zasady przechowywania kolumn oraz metody rozwiązywania problemów podczas użytkowania chromatografu jonowego.

Wprowadzenie Chromatografia jako metoda analityczna została odkryta i opisana w roku 1903 przez rosyjskiego biochemika Michała Tswetta, pracującego na Uniwersytecie Warszawskim. Rozdzielił on barwniki roślinne, wykorzystując do tego celu kolumnę wypełnioną węglanem wapnia. W celu opisanie tej metody greckimi słowami „barwa” i „zapis” utworzył nowe słowo „chromatografia” [1]. Przez kolejne kilkadziesiąt lat chromatografia nie znalazła szerszego uznania i dopiero opracowanie przez Martina i Snydera teorii rozdzielania, za co otrzymali Nagrodę Nobla, a na której oparte są wszystkie metody chromatograficzne, zmieniło diametralnie podejście do tej techniki separacyjnej.

Najszybciej rozwinęły się metody chromatografii cienkowarstwowej i gazowej, a nieco później trudniejsza do opracowania pod względem tech-

nicznym chromatografia cieczowa, która stosowana była przede wszystkim do rozdzielania i oznaczania związków organicznych.

Jej zastosowanie do analiz substancji nieorganicznych było ograniczone, co wynikało z dwóch zasadniczych powodów. Po pierwsze stosując detektor konduktometryczny, który z oczywistych powodów wydawał się być detektorem „dedykowanym” do analiz jonów, nie było możliwe odróżnianie przewodnictwa jonów analitu od przewodnictwa jonów eluentu. Po drugie istniejące i stosowane z powodzeniem metody oznaczania jonów nieorganicznych, jak metody miareczkowe, wagowe, spektrofotometryczne i elektroanalityczne pomimo pewnych ograniczeń były tanie i łatwo dostępne.

Na przełomie lat 60-tych i 70-tych XX wieku prowadzono intensywne badania nad wy-

korzystaniem znanego od wielu lat zjawiska wymiany jonowej do chromatograficznego rozdzielania i oznaczania anionów i kationów. Przełom w tych pracach nastąpił w roku 1971 kiedy to Hamish Small i jego współpracownicy pracujący dla firmy Dow Chemicals opracowali i opisali chromatograficzną metodę oznaczania jonów litu, sodu i potasu z wykorzystaniem detekcji konduktometrycznej [2]. Oficjalnie za datę powstania chromatografii jonowej uważa się wrzesień 1975 roku, kiedy to na corocznym zjeździe Amerykańskiego Towarzystwa Chemicznego w Chicago, firma Dionex zaprezentowała pierwszy handlowy chromatograf jonowy, a praca Smalla, Stevensa i Baumanna [3] uznana została za kamień milowy w rozwoju tej nowoczesnej metody analitycznej.

Obecnie chromatografia jonowa jest najpopularniejszą

instrumentalną metodą oznaczania anionów i kationów stosowaną w większości laboratoriów na całym świecie [4]. Około 90% wszystkich chromatografów jonowych jest wykorzystywanych przede wszystkim do oznaczania głównych nieorganicznych anionów (F^- , Cl^- , NO_2^- , NO_3^- , PO_4^{3-} i SO_4^{2-}) oraz kationów (Na^+ , K^+ , NH_4^+ , Ca^{2+} i Mg^{2+}) w wodach i ściekach. Jej najważniejsze zalety to [5]:

- możliwość jednoczesnego oznaczania kilkunastu jonów;
- krótki czas analizy;
- niskie granice wykrywalności;
- niewielka ilość próbki potrzebna do analizy;
- możliwość stosowania różnych detektorów (konduktometryczne, UV/Vis, fluorescencyjne, refraktometryczne, amperometryczne, potencjometryczne, ICP-MS, MS, chemiluminescencyjne);
- prosty sposób przygotowa-



nia (w przypadku analizy wód i ścieków zazwyczaj wystarcza przesączenie próbki przez filtr o wymiarach porów 0,45 μm);

- możliwość jednoczesnego oznaczania kationów i anionów, lub jonów organicznych i nieorganicznych;

- wysoka selektywność w stosunku do oznaczanych substancji w próbkach o złożonej matrycy [6];

- stosowanie tanich i bezpiecznych eluentów;

- możliwość oznaczania jonów tego samego pierwiastka na różnych stopniach utlenienia (analityka specjacyjna min. $\text{Cl}^-/\text{ClO}_2^-/\text{ClO}_3^-/\text{ClO}_4^-$; $\text{Br}^-/\text{BrO}_3^-$; $\text{NO}_2^-/\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$; $\text{Cr(III)}/\text{Cr(VI)}$, $\text{Fe(II)}/\text{Fe(III)}$, $\text{As(III)}/\text{As(V)}$, $\text{Se(IV)}/\text{Se(VI)}$) [7-9].

Wymienione zalety chromatografii jonowej spowodowały, że znajduje ona szerokie zastosowania min. do: oznaczania anionów i kationów w wodach do spożycia, wodach powierzchniowych, wodach podziemnych, ściekach przemysłowych i komunalnych, a także do badań wybranych substancji min. w: rolnictwie, galwanotechnice, medycynie, czy przemyśle spożywczym [10]. Chromatografia jonowa jest metodą referencyjną oznaczania wybranych nieorganicznych anionów i kationów w wodach, a Międzynarodowa Organizacja Normalizacyjna (ISO) i w ślad za nią Polski Komitet Normalizacyjny opublikowały szereg metod znormalizowanych dotyczących oznaczania jonów w wodach, ściekach i powietrzu [11].

Problemy związane z użytkowaniem chromatografu jonowego dotyczą zazwyczaj

niewłaściwego rozdzielania jonów, wysokiego tła eluentu, nieregularnej linii podstawowej, skracania się czasów retencji jonów i zmian charakterystyki kolumny analitycznej. W związku z powyższym należy pamiętać o takich podstawowych czynnościach jak: odpowiednie przygotowanie próbki do analizy (szczególnie w przypadku próbek o obciążonej matrycy), odgazowaniu eluentu; doborze właściwej pod względem pojemności jonowymiennej i selektywności kolumny analitycznej; właściwym wyborze eluentu; a także odpowiednich parametrach pracy supresora i detektora, oraz odpowiednim sposobie przechowywania kolumn [12].

Te zagadnienia, czyli o czym każdy analityk-użytkownik chromatografu jonowego powinien pamiętać opisano w dwóch częściach niniejszego opracowania.

Trudne początki, czyli jak kupić to co naprawdę potrzebujemy

Postępowanie podczas analizy jonów z wykorzystaniem chromatografu jonowego nie różni się zasadniczo od wykonywania analiz innymi metodami instrumentalnymi, a w szczególności chromatograficznymi. Opracowując specyfikację przetargową powinniśmy pamiętać nie tylko o cenie przyrzędu (zazwyczaj sprzedawcy wiedzą wcześniej od nas ile możemy wydać), ale także o okresie gwarancyjnym, kosztach bieżącej obsługi czy warunkach serwisowania. Pamiętajmy także o tym, do czego nasz upragniony

chromatograf jonowy ma służyć – czyli unikajmy przerostu formy nad treścią. Znanych jest wiele przypadków zakupu super sprzętu za ponad 300 000 zł do najprostszych rutynowych analiz, i odwrotnie sprzętu podstawowego, podczas gdy nasze potrzeby analityczne są znacznie bardziej wyrafinowane. Zakup wysokiej klasy aparatury analitycznej takiej, jak chromatograf jonowy, często nie jest końcem, a... początkiem problemów. I to nie dlatego, że sprzęt ten jest zły lub niewłaściwy w stosunku do naszych potrzeb, lecz dlatego, że użytkownika tak wyrafinowanego sprzętu wymaga często dodatkowych akcesoriów oraz czasu ze strony analityka, który musi go „poczuć”. Sentencja „Czas jest ojcem prawdy” jest tutaj jak najbardziej na miejscu.

Na pewno nie jest tak, jak czasami uważają nasi zwierzchnicy, że kupiliśmy „czarną skrzynkę” i ona sama rozwiąże wszystkie nasze problemy analityczne. Poza zakupem aparatu potrzebne są jeszcze m.in. dodatkowe kolumny, zestawy do przygotowania próbek, odpowiedniej czystości woda, odczynniki chemiczne, wzorce czy materiały referencyjne. W tej sytuacji okazuje się często, że najtańszym elementem tej inwestycji jest ... analityk, który musi zapoznać się z działaniem tego skomplikowanego urządzenia, także być gwarantem terminowości, rzetelności, i jakości uzyskiwanych wyników analitycznych. Czy rozsądne jest, że sprzęt wartości kilkuset tysięcy złotych obsługuje osoba zarabiająca ułamek procenta jego

wartości? Niestety takie są polskie realia. Tym niemniej trudno się dziwić, że kiedy osoba taka zdobędzie już niezbędne doświadczenie oczekuje czegoś więcej.

Na rynku światowym, jak i polskim w zakresie produkcji i sprzedaży chromatografów jonowych (oraz akcesoriów do nich) wiodącą rolę odgrywają dwie firmy – amerykański Dionex oraz szwajcarski Metrohm. Ciekawostką jest to, że firma Dionex sprzedaje swoje chromatografy jonowe w wersji z supresorami zarówno do oznaczania anionów jak i kationów, natomiast firma Metrohm supresję zaleca i stosuje wyłącznie do oznaczania anionów.

Kiedy już zakupimy wymarzony sprzęt i przebrniemy przez etap instalacji, jak i podstawowej obsługi urządzenia oraz zaznajomimy się z programem, nadchodzi czas przeprowadzenia pierwszych analiz.

Przygotowanie próbek do analizy, czyli to co najważniejsze

Przygotowanie próbek stanowi kluczowy etap analizy i najczęściej to on, a nie inne etapy decydują o jakości uzyskanych wyników. W przypadku analiz próbek silnie zanieczyszczonych należy usunąć nadmiar jonów dominujących (zazwyczaj Cl^- , SO_4^{2-} , Na^+) za pomocą specjalnych kolumnienek, lub rozcieńczyć próbkę wodą dejonizowaną. W obydwu przypadkach istnieje ryzyko utraty części analitu występujących na niższych poziomach stężeń i popełnienie dużych błędów pomiarowych.

Próbki przed analizą należy

przesączyć przez filtr o średnicy porów 0,45 μm . Nowoczesne chromatografy jonowe mają wbudowane odpowiednie zestawy do filtracji. Niemniej w celu wydłużenia żywotności kolumny rozdzielającej wstępne przesączenie próbki jest zalecane. O ile w przypadku oznaczania jonów w wodach i ściekach zazwyczaj wystarcza jej przesączenie przez filtr o wymiarach porów 0,45 μm , w przypadku analiz próbek stałych, gazowych czy ciekłych o obciążonej matrycy konieczne jest stosowanie innych bardziej wyrafinowanych metod przygotowania próbek [13].

Wszystkie próbki, w tym próbki wzorcowe, roztwory do regeneracji, oraz woda i eluenty powinny być wolne od cząstek stałych, które mogą powodować wzrost ciśnienia wstecznego w kolumnie rozdzielającej i zmieniać jej charakterystykę. Dotyczy to szczególnie eluentu, który stale przepływa przez kolumnę (od kilkuset ml do powyżej 1,5 dm^3 w ciągu dnia pracy, podczas gdy objętość próbki jest kilka tysięcy razy mniejsza).

Próbki przeznaczone do oznaczania anionów nie mogą być utrwalane za pomocą kwasów, tak jak jest to zalecane w innych metodach analizy, ponieważ wprowadzilibyśmy wtedy do próbki dodatkowo duże ilości jonów, które mogą przeszkadzać w rozdzielaniu i przeładowywać kolumnę. Ustalając strategię pobierania, przechowywania oraz oznaczania należy pamiętać o nietrwałości wielu jonów. Czas i sposób przechowywania próbek przeznaczonych do ozna-

Tabela 1. Metody konserwacji i czas przechowywania próbek wodnych analizowanych za pomocą chromatografii jonowej

Jony analitu	Zalecana czynność	Maksymalny czas przechowywania próbki [dni]
Azotany(III)	Schłodzenie do temp. 4°C	2
Azotany(V)	Schłodzenie do temp. 4°C	2
Bromiany(V)*	Dodanie 50 mg/dm^3 etylenodiaminy	28
Bromki	Nie jest wymagana	28
Chlorany(III)*	Dodanie 50 mg/dm^3 etylenodiaminy, schłodzenie do temp. 4°C	14
Chlorany(V)*	Dodanie 50 mg/dm^3 etylenodiaminy	28
Chlorki	Nie jest wymagana	28
Chromiany	Ustalenie wartości pH próbki do 9-9,5 za pomocą np. NH_4OH	1
Cyjanki	Ustalenie wartości pH próbki powyżej 12 za pomocą NaOH , schłodzenie do temp. 4°C	14
Fluorki	Nie jest wymagana	28
Octany	Schłodzenie do temp. 4°C	2
Mrówczy	Schłodzenie do temp. 4°C	2
Fosforany(V)	Schłodzenie do temp. 4°C	2
Jony amonowe	Filtracja, schłodzenie do temp. 4°C	7
Jony magnezowe	Filtracja	42
Jony metali (m.in. Co, Ni, Zn)	Zakwaszenie roztworu do wartości < 2 za pomocą np. st. HNO_3	6 miesięcy
Jony potasowe	Filtracja	42
Jony sodowe	Filtracja	42
Jony wapniowe	Filtracja	42
Siarczany(VI)	Nie jest wymagana	28

czania poszczególnych jonów techniką chromatografii jonowej przedstawiono w tabeli 1. Próbki oraz roztwory do kalibracji nieorganicznych jonów powinny być przechowywane w lodówce w temp. + 4°C w naczyniach z tworzyw sztucznych. Naczynia szklane są odpowiednie ze względu na ryzyko wymywania z nich m.in. jonów z fluorkowych i sodowych. W przypadku oznaczania kationów zaleca się zakwaszenie próbki do pH=2,5 do 3,5 za pomocą np. kwasu azotowego(V), co poprawia powtarzalność uzyskiwanych wyników, szczególnie dla później wymywanych jonów dwuwartościowych.

Woda stosowana w chromatografii jonowej powinna mieć przewodnictwo elektryczne właściwe na poziomie 18 $\text{M}\Omega\cdot\text{m}^{-1}$, czyli 0,05 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Wyższe przewodnictwo wskazuje na obecność w niej pewnych ilości jonów, które mogą niekorzystnie wpływać na jakość uzyskiwanych wyników. Dotyczy to szczególnie analiz na niskich poziomach stężeń. W przypadku oznaczeń jonów na poziomach kilkunastu – kilkudziesięciu mg/dm^3 wpływ ten będzie odpowiednio mniejszy.

O ile to możliwe zaleca się w danym okresie użytkowania chromatografu jonowego analizować próbki o zbliżo-

nym składzie jonowym. Takie postępowanie uchroni nas przed koniecznością zakupu nowej kolumny, której koszt to wydatek kilku tysięcy złotych oraz popełnienia błędów w analizie ilościowej.

Podczas analizy próbek na poziomie śladów i ultraśladów konieczne jest zachowanie w laboratorium rygorystycznych zasad czystości i bezpieczeństwa. Dotyczy to m.in. stosowania odpowiednich rękawic i okularów. Pomieszczenie, w którym wykonywane są tego rodzaju analizy musi być wolne od nieorganicznych zanieczyszczeń i nie wolno stosować w nim np. stężonych kwasów czy zasad.

Szanowni Państwo,
od wydania książki „Chromatografia jonowa. Podstawy i zastosowania” (Michalski R., WN-T, Warszawa, 2005) minęło już 5 lat i jej nakład został wyczerpany. W styczniu 2011 r. pojawiła się nowa – znacznie poszerzona i uzupełniona w stosunku do pierwszego wydania książka „Podstawy chromatografii jonowej” wydana przez Wydawnictwa Śląskiej Wyższej Szkoły Zarządzania im. gen. J. Ziętka w Katowicach. Książkę można nabyć w Wydawnictwach SWSZ w Katowicach przy ul. Francuskiej 12 lub zamówić ją drogą e-mailową u kierownika Działu Wydawnictw – mgr. Kamila Ligieny tel. 32 255 14 49 lub 32 255 34 17 wew. 111, k.ligienza@swsz.katowice.pl

z poważaniem
Rajmund Michalski, autor

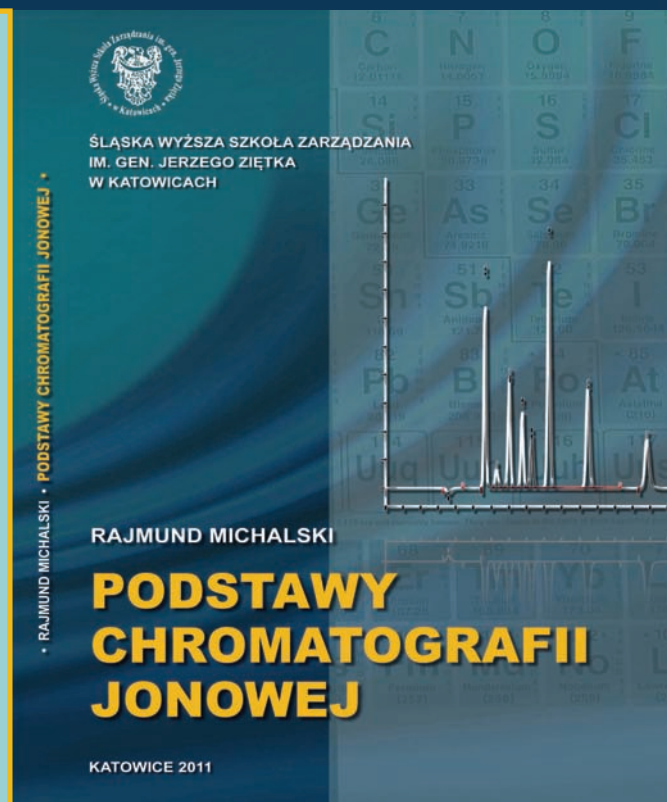
SPIS TREŚCI

I OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA CHROMATOGRAFII JONOWEJ

1. Wprowadzenie
 - 1.1. Podział metod chromatograficznych
 - 1.2. Podstawowe parametry opisujące procesy chromatograficzne
 - 1.3. Terminy i definicje
- 1.2. Historia i rozwój chromatografii jonowej
2. Wymieniacze jonowe
 - 2.1. Wymieniacze anionowe
 - 2.1.1. Wymieniacze na bazie kopolimerów organicznych
 - 2.1.2. Wymieniacze polimetakrylanowe i poliwinylowe
 - 2.1.3. Wymieniacze anionowe w postaci aglomeratu
 - 2.1.4. Wymieniacze anionowe na bazie krzemionki
 - 2.1.5. Inne wymieniacze stosowane do rozdzielania anionów
 - 2.2. Wymieniacze kationowe
 - 2.2.1. Wymieniacze kationowe na bazie organicznych polimerów
 - 2.2.1.1. Kopolimery styrenowo-diwinylbenzenowe (PS/DVB)
 - 2.2.1.2. Kopolimery etylenodiwinylbenzeno/diwinylbenzenowe (EVB/DVB)
 - 2.2.2. Wymieniacze kationowe w postaci aglomeratu
 - 2.2.3. Inne wymieniacze kationowe
3. Eluenty
 - 3.1. Eluenty do rozdzielania anionów
 - 3.2. Eluenty do rozdzielania kationów
4. Supresory
5. Detektory
 - 5.1. Detekcja konduktometryczna
 - 5.2. Detekcja fotometryczna
 - 5.3. Detekcja amperometryczna i potencjometryczna
 - 5.4. Detekcja fluorescencyjna
 - 5.5. Detekcja chemiluminescencyjna
 - 5.6. Techniki łączone: IC-ICP-MS, IC-ICP-OES oraz IC-MS
 - 5.7. Inne rodzaje detekcji
6. Elektroforeza kapilarna

II ZASTOSOWANIA CHROMATOGRAFII JONOWEJ

1. Oznaczanie jonów w wodach
 - 1.1. Wprowadzenie
 - 1.2. Wykorzystanie chromatografii jonowej w analityce specjacyjnej
 - 1.2.1. Oznaczanie nieorganicznych jonów azotu i siarki
 - 1.2.2. Oznaczanie ubocznych nieorganicznych produktów dezynfekcji wód
 - 1.2.2.1. Metody bezpośrednio oznaczania jonów BrO₃⁻
 - 1.2.2.2. Metody pośrednio oznaczania jonów BrO₃⁻
 - 1.2.3. Techniki łączone stosowane do oznaczania jonów chloru, bromu i jodu
 - 1.2.4. Oznaczanie jonów metali
 - 1.2.4.1. Oznaczanie jonów Cr(III)/Cr(VI)
 - 1.3. Przegląd norm i metodyk, w których wykorzystuje się chromatografię jonową do badań jakości wód i ścieków
 - 1.4. Wykaz norm PN-ISO do oznaczania jonów w wodach i ściekach z wykorzystaniem chromatografii jonowej
2. Badania zanieczyszczeń powietrza
 - 2.1. Wprowadzenie
 - 2.2. Przegląd norm i metodyk, w których wykorzystuje się chromatografię jonową do badań jakości powietrza
 - 2.2.1. Wybrane metodyki oznaczania gazowych zanieczyszczeń powietrza
 - 2.2.2. Normy ISO oznaczania HCl i SO₂ w powietrzu
3. Badania próbek żywności
 - 3.1. Wprowadzenie
 - 3.2. Przegląd metodyk, w których wykorzystuje się chromatografię jonową do badań żywności
4. Inne analizy wykonywane za pomocą chromatografii jonowej
5. Przygotowanie próbek do analizy
6. Wybrane aspekty metodyczne oznaczania jonów z wykorzystaniem chromatografii jonowej
7. Walidacja metodyki analitycznej
 - 7.1. Założenia do walidacji metodyki oznaczania głównych nieorganicznych anionów w wodach
 - 7.2. Walidacja metodyki oznaczania jonów: F⁻, Cl⁻, NO₂⁻, Br⁻, NO₃⁻, PO₄³⁻, SO₄²⁻ w wodach metodą chromatografii jonowej
8. Najważniejsze problemy analityczne związane z użytkowaniem chromatografu jonowego oraz metody ich rozwiązywania
9. Podsumowanie
10. Wykaz stosowanych skrótów
11. Literatura



Również pojemniki z próbką umieszczone w automatycznym podajniku próbek powinny być zabezpieczone odpowiednim zamknięciem (np. kapsel z tworzywa sztucznego). Naczynia na próbki nigdy nie powinny być czyszczone za pomocą kwasów, zasad lub mydeł.

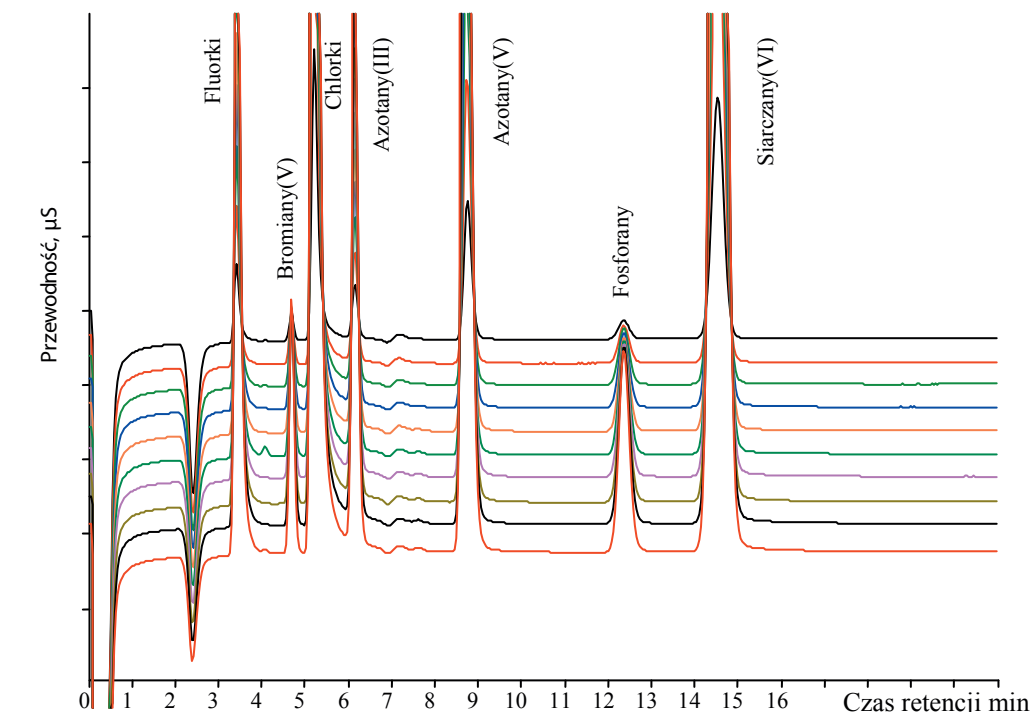
Najtrudniejszy pierwszy krok, czyli zaczynamy pracę z chromatografem jonowym

Po włączeniu chromatografu jonowego i uruchomieniu pompy należy wykonać kondycjonowanie układu, co związane jest z jego przemywaniem eluentem przez około 10-30 minut, aż do uzyskania stabilnej linii bazowej. Prawidłowe przygotowanie chromatografu jonowego do pracy gwarantuje uzyskiwanie powtarzalnych wyników analizy. Przykładowe chromatogramy 10 próbek wzorcowych anionów przedstawiono na rysunku 1.

Świeżo przygotowane eluenty można wykorzystywać przez kilka kolejnych dni. Z prostych obliczeń wynika, że przy natężeniu przepływu eluentu 1,0 ml/min x 8 godzin daje 480 ml, czyli butelka z eluentem o pojemności 2 000 ml powinna wystarczyć na około 4 dni robocze.

Jeżeli chromatograf jonowy pracuje dłużej w ciągu doby (np. jest wyposażony w automatyczny podajnik próbek) to zużycie eluentu będzie odpowiednio szybsze.

Rozwój bakterii i glonów w układzie może spowodować poważne szkody w postaci niestabilnej linii podstawowej i konieczności długiego



Rys. 1. Chromatogramy rozтворów wzorcowych anionów

i żmudnego oczyszczania całego układu. To niekorzystne zjawisko zależy m.in. od rodzaju stosowanych eluentów i próbek, oraz od temperatury i nasłonecznienia pomieszczenia, w których pracuje chromatograf. W celu zapobiegania rozwojowi glonów lub bakterii do eluentu można dodać niewielką ilość (np. 2%) metanolu lub acetonu. Dodatek rozpuszczalników organicznych poprawia ponadto kształt pików i przyspiesza ich wymywanie. Pamiętać jednak należy, że rozpuszczalniki organiczne mogą przeszkadzać w prawidłowej pracy niektórych supresorów i kolumn analitycznych.

Objętość zastosowanej pętli wstrzykowej powinna stanowić kompromis pomiędzy granicami wykrywalności jonów analitu, a wpływem matrycy próbki na jakość rozdzielania oraz żywotność kolumny analitycznej. Dla rutynowych

oznaczeń (np. wody do spożycia, wody opadowe) zaleca się, aby objętość ta była raczej niewielka (np. 20 µl). W określonych przypadkach (np. oznaczanie śladów BrO_3^-) zalecane jest stosowanie pętli o większej objętości np. 1000 µL. Kompromis polega na tym, że duża objętość nastrzyku powoduje wprowadzenie do kolumny nie tylko większej ilości jonów analitu (co jest korzystne ponieważ poprawia wykrywalność), ale także większej ilości zanieczyszczeń, co definitywnie nie sprzyja utrzymaniu właściwej charakterystyki kolumny.

Jedną z zalet chromatografii jonowej jest możliwość rozdzielania i oznaczania zarówno anionów, jak i kationów. W praktyce ten sam chromatograf po zmianie kolumn i eluentu stosowany jest zamiennie do analizy anionów lub kationów. Postępowanie takie jest oczywiście dopuszczal-

ne, niemniej należy pamiętać o konieczności przemycia całego układu odpowiednim eluentem zanim podłączy się właściwą kolumnę do danego rodzaju analiz.

W chromatografii jonowej, tak jak i w innych metodach analitycznych istotna jest wstępna wiedza o rodzaju próbki będącej przedmiotem analizy, spodziewanym zakresie stężeń oraz rodzaju matrycy. Informacje takie często są dostępne, a gdy ich uzyskanie nie jest możliwe (np. związane jest to z utajeniem próbki w procesie akredytacji) wtedy zalecana jest wstępna analiza za pomocą prostszych metod, np. testów paskowych. Wstępne cenne informacje o składzie jonowym próbki można uzyskać przeprowadzając pomiar jej przewodnictwa właściwego oraz pH.

Dokończenie w następnym numerze LAB.