



Limite di rivelabilità e incertezza

Il limite di rivelabilità è di $1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ in seguito ad esposizione di 24 ore. L'incertezza a 2σ è del 6,5% nell'intero intervallo di linearità della portata di campionamento.

Durata e conservazione

Le cartucce sono stabili per almeno 12 mesi prima e dopo il campionamento se conservate a temperatura ambiente in un locale non contaminato da ammoniaca.

Non usare tutte le cartucce dello stesso lotto: mantenerne due o tre come bianco (numero del lotto e data di scadenza sono stampati sull'involucro di plastica).

Analisi

Materiali

- ✓ provetta in plastica o vetro da 12 ml con tappo
- ✓ micropipetta a volume variabile fra 0,1 e 1 ml
- ✓ pipetta da 5 ml

Reattivi

- ✓ *tampone* (pH 10,6): sciogliere 1,1 g di NaOH e 3,04 g di NaHCO_3 in un litro d'acqua
- ✓ *fenolo*: sciogliere 10 g di fenolo in 100 ml di etanolo
- ✓ *cianoferrato*: sciogliere 0,5 g di sodio pentacianonitrosilferrato diidrato ($\text{Na}_2\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}\cdot 2\text{H}_2\text{O}$) in 100 ml di acqua e aggiungervi due-tre gocce di NaOH al 10%. Conservare in bottiglia scura e preparare fresco.
- ✓ *ossidante*: ipoclorito di sodio al 1% di cloro attivo in NaOH 0,2 M. Conservare al freddo e in bottiglia scura.

Determinazione dello ione ammonio

Aprire la provetta di **radiello** e, cautamente, asportare il tappo in PTFE dalla cartuccia (il tappo potrebbe essere stato contaminato durante la manipolazione). Nell'operazione aiutatevi con una pinza.

Introdurre nella provetta 10 ml di acqua deionizzata, nella quale sia stata accertata l'assenza di ione ammonio. Tappare la provetta e agitare vigorosamente con l'aiuto di un Vortex per almeno 15 secondi.

Prelevare 1 ml della soluzione e introdurlo in una seconda provetta insieme con 0,4 ml di *fenolo*, 0,4 ml di *cianoferrato*, 5 ml di *tampone* e 1 ml di *ossidante*.

Attendere un'ora e leggere l'assorbanza a 635 nm contro acqua.

Trattare allo stesso modo due cartucce non esposte e sottrarre la loro assorbanza da quella dei campioni. Normalmente, il valore di bianco non è superiore a 40 milliunità di assorbanza.

Per esposizioni superiori a $500.000 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{min}$, l'assorbanza va fuori scala: **diluire una frazione della soluzione colorata con il tampone**.

La curva di calibrazione va realizzata con soluzioni di cloruro di ammonio in concentrazione di $0,5\text{--}10 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ come ione ammonio.

IMPORTANTE

NON DILUIRE CON ACQUA i campioni colorati fuori scala: il valore di pH è critico nel determinare l'intensità della colorazione.



Acido cloridrico (HCl)

Componenti di radiello da utilizzare

Corpo diffusivo blu codice 120-1 o bianco codice 120

Piastra di supporto codice 121

Adattatore verticale codice 122 (opzionale)

Cartuccia adsorbente codice 169

Principio

La cartuccia codice 169 è in rete di acciaio inossidabile riempita di gel di silice 0,1-0,4 mm. L'acido cloridrico gassoso è adsorbito dal gel di silice, dal quale è recuperato con acqua e dosato in cromatografia ionica come ione cloruro.

La captazione è selettiva per l'acido cloridrico: i suoi sali, eventualmente dispersi in aria contemporaneamente, non sono in grado di attraversare la parete diffusiva di **radiello**.

Portata di campionamento

La portata di campionamento a 25 °C e 1013 hPa è di **103 cm³·min⁻¹**.

Effetto della temperatura, dell'umidità e della velocità dell'aria

La variazione della portata di campionamento con la temperatura espressa in kelvin (K) in relazione alla portata di campionamento a 298 K (25 °C) è data da

$$Q_K = 103 \left(\frac{K}{298} \right)^{1,5}$$

dove Q_K è la portata alla temperatura K e **103** è il valore di portata alla temperatura di riferimento di 298 K. Ciò comporta una variazione del $\pm 5\%$ per ogni 10 °C in più o in meno di 25 °C.

La portata di campionamento è invariante con l'umidità nell'intervallo 15-90% per brevi esposizioni (v. Esposizione) e con la velocità dell'aria fra 0,1 e 10 m·s⁻¹.

Calcoli

Se m è la quantità in μg di ione cloruro captata dalla cartuccia e t è il tempo di esposizione in minuti, la concentrazione ambientale C di HCl in $\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ è data da

$$C = \frac{1,028 \, m}{Q_K \, t} 1.000.000$$

dove Q_K è il valore della portata alla temperatura K (in kelvin) e 1,028 è il rapporto delle masse molecolari HCl/Cl⁻ (v. Analisi).

Esposizione

La captazione dell'acido cloridrico è lineare nell'intervallo di esposizione 20.000-20.000.000 $\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{min}$.

Ambiente di lavoro

Nell'ambiente di lavoro suggeriamo di esporre **radiello** fra 15 minuti e 8 ore: è possibile la misurazione del valore di *ceiling*.



Edizione 02/2003

Ambiente esterno

Sono suggerite esposizioni fra 2 ore e 2 giorni. Esposizioni lunghe fino a 7 giorni sono ammesse se l'umidità relativa media non supera il 50%, tenuto conto della capacità del gel di silice di adsorbire l'acqua. Raccomandiamo di riparare **radiello** dalla pioggia con il box componibile codice 196.

Limite di rivelabilità e incertezza

Il limite di rivelabilità è di $10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ in seguito ad esposizione di 24 ore. L'incertezza a 2σ è del 3,5% nell'intero intervallo di linearità della portata di campionamento.

Interferenze

Il cloro gassoso è captato dal gel di silice e fornisce una risposta di circa $0,02 \text{ ng}$ di ione cloruro per ogni $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{min}$ di cloro.

Durata e conservazione

Conservate in un ambiente non contaminato da acido cloridrico, le cartucce di **radiello** si mantengono inalterate per almeno 24 mesi prima e dopo il campionamento. La data di scadenza è stampata sull'involucro di plastica.

E' consigliabile, trascorsi sei mesi dal loro ricevimento, analizzarne qualcuna prima dell'impiego sul campo per verificarne la contaminazione di fondo. Scartarle se il loro contenuto di ione cloruro è superiore a $5 \mu\text{g}$.

Analisi

Introdurre 2 ml di acqua esente da cloruri nella provetta contenente la cartuccia ed agitare energicamente per 1-2 minuti. Analizzare la soluzione in cromatografia ionica. Sottrarre il valore di bianco dell'acqua e di una cartuccia non utilizzata.

Realizzare la curva di taratura con soluzioni di cloruro di sodio o di potassio a concentrazione di $0,5\text{-}25 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ di ione cloruro.



Acido fluoridrico (HF)

Componenti di radiello da utilizzare

Corpo diffusivo blu codice 120-1 o bianco codice 120

Piastra di supporto codice 121

Adattatore verticale codice 122 (opzionale)

Cartuccia chemiadsorbente codice 166

Principio

La cartuccia codice 166 è in polietilene microporoso rivestito di trietanolammina (TEA) umida. L'acido fluoridrico gassoso è chemiadsorbito dalla TEA, è recuperato con acqua e dosato come ione fluoruro in cromatografia ionica o con elettrodo specifico.

La captazione è selettiva per l'acido fluoridrico: i suoi sali, eventualmente dispersi in aria contemporaneamente, non sono in grado di attraversare la parete diffusiva di **radiello**.

Portata di campionamento

La portata di campionamento a 25 °C e 1013 hPa è di **187 cm³·min⁻¹**.

Effetto della temperatura, dell'umidità e della velocità dell'aria

La portata di campionamento è invariante con l'umidità nell'intervallo 15-90% e con la velocità dell'aria fra 0,1 e 10 m·s⁻¹.

L'effetto della temperatura è in corso di studio.

Calcoli

Se **m** è la quantità in µg di ione fluoruro captata dalla cartuccia e **t** è il tempo di esposizione in minuti, la concentrazione ambientale **C** di HF in µg·m⁻³ è data da

$$C = \frac{1,053}{187} \frac{m}{t} 1.000.000$$

dove 1,053 è il rapporto delle masse molecolari HF/F⁻ (v. Analisi).

Esposizione

La captazione dell'acido fluoridrico è lineare nell'intervallo di esposizione 10.000-50.000.000 µg·m⁻³·min.

Ambiente di lavoro

Nell'ambiente di lavoro suggeriamo di esporre **radiello** fra 15 minuti e 8 ore: è possibile la misurazione del valore di *ceiling*.

Ambiente esterno

Sono suggerite esposizioni fra 2 ore e 14 giorni. Raccomandiamo di riparare **radiello** dalla pioggia con il box componibile codice 196.

Limite di rivelabilità e incertezza

Il limite di rivelabilità è di 7 µg·m⁻³ in seguito ad esposizione di 24 ore. L'incertezza a 2σ è del 4,5% nell'intero inter-

radiello è brevetto della FONDAZIONE SALVATORE MAUGERI-IRCCS

Centro di Ricerche Ambientali - via Svizzera, 16 - 35127 PADOVA
tel. 0498 064 511 fax 0498 064 555 e.mail fsm@fsm.it





vallo di linearità della portata di campionamento.

Durata e conservazione

Le cartucce sono stabili per almeno 12 mesi prima e 4 mesi dopo l'esposizione, se conservate al buio e a 4 °C. La data di scadenza è stampata sull'involucro di plastica. E' consigliabile, trascorsi sei mesi dal loro ricevimento, analizzarne qualcuna prima dell'impiego sul campo, per verificarne la contaminazione di fondo. Scartarle se il loro contenuto di ione fluoruro è superiore a 2 µg.

Non usare tutte le cartucce dello stesso lotto; tenerne almeno due come bianco.

Analisi

Cromatografia ionica

Introdurre nella provetta di **radiello** 5 ml della stessa soluzione eluente utilizzata per la cromatografia. Agitare energicamente in vortex per 1-2 minuti. Lasciare riposare per 10 minuti, agitare a mano e iniettare nel cromatografo ionico senza altro trattamento.

Trattare allo stesso modo 1-2 cartucce non esposte e sottrarre il loro valore di bianco dalla risposta dei campioni.

Elettrodo specifico

Preparare come segue un tampone di forza ionica. Sciogliere 57 ml di acido acetico glaciale in 500 ml di acqua e aggiungervi 50 g di sodio cloruro e 0,3 g di sodio citrato. A solubilizzazione avvenuta, portare la soluzione a pH 5-5,5 (ottimale 5,3) con l'aggiunta di NaOH 10 M. Portare il volume a 1 l.

Introdurre 5 ml di acqua nella provetta contenente la cartuccia di **radiello** ed agitare energicamente per 1-2 minuti in vortex, lasciar riposare per 10 minuti. In un bicchiere da 20 ml introdurre un'ancoretta magnetica, 10 ml di tampone e 1 ml della soluzione della cartuccia. Mettere in moto l'agitatore magnetico e misurare il potenziale con elettrodo specifico per fluoruri. Nelle condizioni di analisi suggerite, un buon elettrodo risponde linearmente fra 1 e 1000 mg·l⁻¹ di ione F⁻ e con pendenza prossima a 59 (se V è espresso in mV).

Sebbene la captazione di **radiello** sia assolutamente lineare nell'intero intervallo 10.000-50.000.000 µg·m⁻³·min, la linearità complessiva del metodo dipende dal comportamento dell'elettrodo. Assicurarsi, durante la realizzazione della retta di calibrazione, che l'elettrodo risponda linearmente e con pendenza 59±0,5 nell'intervallo di concentrazioni che interessa (tipicamente, 5-500 mg·l⁻¹ di ione F⁻).

Trattare allo stesso modo 1-2 cartucce non esposte e sottrarre il loro valore di bianco dalla risposta dei campioni.

IMPORTANTE

Usare sempre acqua a contenuto di fluoruri inferiore a 0,5 mg·l⁻¹.



Gas e vapori anestetici

N₂O, forano, etrano, alotano e sevorano

Componenti di radiello da utilizzare

Kit codice 125, composto da 20 imballaggi, contenenti ciascuno:

1 corpo permeativo (v. codice 120-3)

1 piastra di supporto (v. codice 121)

1 adattatore verticale (v. codice 122)

1 cartuccia adsorbente (v. codice 132)

il tutto introdotto all'interno di una busta in alluminio con chiusura a clip, a sua volta racchiusa da una busta in carta-polietilene termosaldata; l'insieme è sterilizzato a raggi γ .

I singoli componenti sono anche disponibili **non sterilizzati** in confezioni da 20 pezzi ciascuna.



Principio

La cartuccia codice 132 è in rete di acciaio inossidabile riempita da una miscela di setaccio molecolare e carbone attivo 35-50 mesh.

Protossido di azoto e anestetici alogenati permeano la membrana siliconica e sono captati, il primo, dal setaccio molecolare, gli altri dal carbone attivo.

Gli analiti captati sono spostati con una miscela acqua-metanolo e sono analizzati gascromatograficamente con la tecnica dello spazio di testa.

N₂O, forano, etrano e alotano rispondono bene al rivelatore a cattura di elettroni (ECD). Il sevorano non risponde all'ECD: la sua determinazione deve essere eseguita in GC-MS.

Portate di campionamento

La tabella accanto riporta i valori di portata di campionamento a 25 °C e 1013 hPa.

Effetto della temperatura, dell'umidità e della velocità dell'aria

La variazione della portata di campionamento con la temperatura espressa in kelvin (K) in relazione alla portata di campionamento a 298 K (25 °C) è data da

$$Q_K = Q_{298} \left(\frac{K}{298} \right)^{1,5}$$

dove Q_K è la portata alla temperatura K e Q_{298} è il valore di portata alla temperatura di riferimento di 298 K. Ciò comporta una variazione del $\pm 5\%$ per ogni 10 °C in più o in meno di 25 °C.

La portata di campionamento è invariante con l'umidità nell'intervallo 15-90% per esposizioni non superiori a 8 ore e con la velocità dell'aria fra 0,1 e 10 m·s⁻¹.

	portata ml·min ⁻¹
N ₂ O	1,01
forano	2,25
etranò	3,39
alotano	4,93
sevorano	0,92