



Robustnost plazmatu a tolerance k matrici

Agilent ICP-MS

Proč přední laboratoře volí ICP-MS od Agilent? Odpověď je snadná - poskytují vynikající robustnost plazmatu.

K úplnému rozložení matrice vzorku, disociaci matričních polyatomických interferencí a k ionizaci atomů analytu využívají systémy Agilent:

- Efektivní koncentrický zmlžovač s nízkým průtokem, který snižuje spotřebované množství vzorku
- Scottovu double-pass mlžnou komoru pro nejefektivnější selekci částic aerosolu podle jejich velikost
- Chlazení mlžné komory pomocí Peltierova článku pro efektivní odstranění přebytečných vodních par
- Nízký průtok nosného plynu pro vyšší teplotu centrálního kanálu plazmatu
- Plazmový hořák s injektorem s velkým vnitřním průměrem (2,5 mm) pro snížení hustoty aerosolu
- 27 MHz RF generátor pro nejvyšší účinnost ionizace - rozhodující pro dosažení vysoké citlivosti pro špatně ionizovatelné prvky

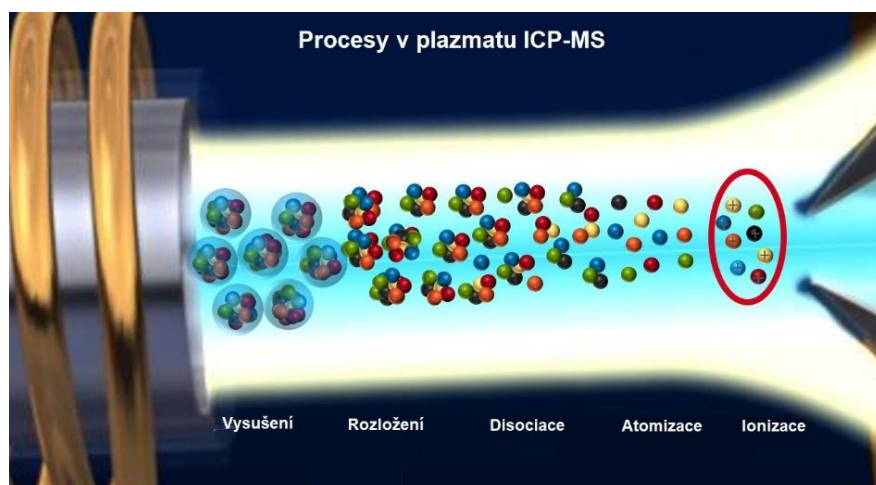
Díky robustní plazmě s nízkým CeO / Ce získáváte výhodu ve vyšší citlivosti, nižších polyatomických interferencích, menším depozitu matrice na interfejsu (rozhraní plazma-iontová optika), a také výhodu menšího driftu a méně časté údržby.

Proč záleží na robustnosti plazmatu

Robustní vysokoteplotní plazma lépe rozkládá matrici vzorku. Způsobuje tak nižší interference a menší depozici matrice na kónusech. Vyšší teplota plazmy také poskytuje vyšší citlivost a nižší detekční limity, zejména u špatně ionizovatelných prvků, jako jsou Be, As, Se, Cd a Hg.

Robustnost přístrojů ICP-MS se obecně hodnotí pomocí poměru CeO^+ k Ce^+ . Tento poměr nám ukazuje, jak účinně plazma rozkládá silně vázanou molekulu CeO. Systémy Agilent ICP-MS běžně pracují při poměru přibližně 1,0 - 1,5% CeO / Ce – tedy dvakrát nižších než nabízejí srovnatelné přístroje jiných výrobců. Nízký poměr CeO / Ce znamená vysokou robustnost. To se projevuje v lepší matriční toleranci, ve vyšší citlivosti k analytům, nižší úrovni interferencí, menším driftu a sníženými požadavky na údržbu.

Robustnost plazmatu není dílem náhody. Přístroje ICP-MS Agilent jsou navrženy tak, aby zajistily velmi vysoký přenos iontů přes interface, extrakci a fokusaci iontů. Výsledkem je, že uživatelé mohou optimalizovat plazma na maximální robustnost a přitom stále využívat špičkové citlivosti a limitů detekce. A u čistých nízko-matričních vzorků můžete systém vyladit na extrémně vysokou, GHz citlivost!



Obrázek 1. Plazma ICP-MS musí mít dostatek energie na vysušení kapiček aerosolu, rozložení a disociaci matrice a poté atomizaci a ionizaci analyzovaných prvků.

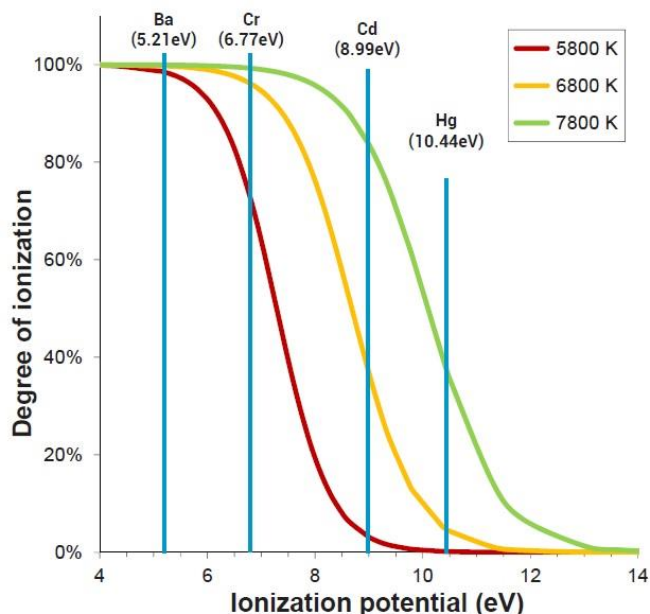
Teplota plazmatu a ionizace analytu

Plazma musí vysušit kapičky aerosolu, rozložit matici vzorku a poté musí stále zbyť dostatek energie pro atomizaci a ionizaci prvků analytů. Konstrukce cívky a generátoru plazmatu, konfigurace sestavy pro zavádění vzorku do plazmatu a systém ladění mají zásadní vliv na efektivní teplotu ve středním kanálu plazmy. Systémy ICP-MS Agilent jsou navrženy a optimalizovány tak, aby poskytovaly nejvyšší výkon ve všech těchto aspektech.

ICP-MS měří ionty, ne atomy. Citlivost s jakou budeme moci daný prvek měřit, je dána tím, do jaké míry se jej podaří ionizovat. Je tedy důležité, aby plazma měla dostatek energie pro efektivní tvorbu iontů. Ionizace závisí na ionizačním potenciálu prvku (IP), což je míra energie potřebné k odstranění jednoho elektronu z atomu. U ICP-MS analytů se IP pohybují od 3,89 elektronvoltů (eV) pro Cs až po 12,97 eV pro Cl. Plazma je tvořena z argonu, který má první IP 15,76 eV, takže většina prvků je v plazmě plně nebo z velké části ionizovatelná.

Změna teploty plazmatu ovlivňuje ionizaci prvků s vysokou hodnotou prvního IP více než prvků s nízkou hodnotou prvního IP, jak je znázorněno na obrázku 2. Snadno ionizovatelný prvek, jako je Ba, je téměř 100% ionizovaný a to bez ohledu na teplotu plazmatu. Naproti tomu Cd je ionizováno z více než 80% při teplotě plazmatu 7800 K, ale stupeň ionizace klesá na <40% při teplotě plazmatu 6800 K.

Špatně konstruované nebo špatně optimalizované plazma - nebo aplikace, kde nadměrné množství matrice vzorku přetížilo plazma - může velmi výrazně snížit citlivost metody klíčových stopových prvků.



Obrázek 2. Stupeň ionizace prvků při různých teplotách plazmy. U špatně ionizovatelných prvků má malá změna teploty plazmatu zásadní vliv na ionizaci, a tedy i na citlivost.

Vliv teploty plazmatu na ionizaci klíčových stopových prvků.

Prvky lze klasifikovat podle jejich prvního IP, jak je uvedeno v tabulce 1. Mnoho z nejdůležitějších stopových prvků, včetně Be, As, Se, Cd a Hg, má IP nad 8 eV, což znamená, že je obtížnější je ionizovat a citlivost měření je nižší.

IP (eV)	Prvek
<6	Li, Na, Al, K, Ga, Rb, Sr, In, Cs, Ba, some REE
6 to 8	Mg, most Transition Elements, Ge, Y, Zr, Nb, Mo, Ru, Rh, Ag, Sn, some REE, Hf, Ta, W, Re, Tl, Pb, Bi, Th, U
8 to 11	Be, B, Si, P, S, Zn, As, Se, Pd, Cd, Sb, Te, I, Os, Ir, Pt, Au, Hg
>11	C, N, O, F, Cl, Br

Tabulka 1. Prvky seskupené podle prvního ionizačního potenciálu.

Obrázek 2 ukazuje, že citlivost pro tyto prvky je výrazně nižší v případě špatně konstruovaného nebo optimalizovaného plazmatu, což je problematické, jelikož se se jedná o prvky, kde jsou obvykle vyžadovány co nejnižší detekční limity.

Závěr

Laboratoře volí ICP-MS pro jeho vysokou citlivost a nízké detekční limity. Skutečný výkon ICP-MS však do značné míry závisí na efektivitě plazmatu. Systémy Agilent ICP-MS používají optimalizovaný design plazmatu a optimalizované provozní podmínky, které trvale dosahují nejvyššího stupně robustnosti. Kromě zlepšení tolerance vůči matrici zvyšuje tento systém stupeň ionizace a poskytuje tak nejnižší možné detekční limity. Největšího zlepšení detekčních limitů je tak dosaženo u špatně ionizovatelných stopových prvků. Systémy Agilent ICP-MS jsou zkonstruovány tak, aby poskytovaly vyšší citlivost analytů, nižší úroveň interferencí, menší drift a nižší nároky na údržbu.