



ChromAtoMol #1

časopis pro analytické laboratoře



- » Trojitý kvadrupól se samočisticím iontovým zdrojem
- » SFC/UHPLC hybridní systém
- » Tři rozměry separace komplexních vzorků
- » ICP-OES - Dual View bez čekání
- » Spektrofotometrie s duší génia
- » Nové fáze kolon s pevným jádrem
- » První a jediný ICP-MS/MS

ChromAtoMol

časopis pro analytické laboratoře

číslo 1

vychází zdarma a nepravidelně

Vydavatel:

HPST, s.r.o.
Písnická 372/20
142 00 Praha 4

Tel.: +420 244 001 231

Fax: +420 244 001 235

E-mail: info@hpst.cz

Web: www.hpst.cz

Redakce:

Ing. Daniela Tršová, Ph.D.
manažer marketingu
daniela.trsova@hpst.cz
Mob.: +420 602 158 401

Ing. Michaela Vránová
marketingový specialista
michaela.vranova@hpst.cz
Tel.: +420 244 001 232
Mob.: +420 731 157 661

Vážení přátelé,
právě držíte v rukou první číslo časopisu ChromAtoMol. Najdete v něm informace o nových přístrojích a spotřebním materiálu Agilent Technologies pro chromatografii, hmotnostní spektrometrii a atomovou spektroskopii, ale také aplikační příklady konkrétního využití přístrojů v analytických laboratořích.

Pokud byste v dalším čísle chtěli najít řešení vašeho analytického problému nebo se chtěli s ostatními podělit o vlastní zkušenosti z praxe, napište nám! Rádi zařadíme váš příspěvek do dalšího čísla.

Daniela Tršová, daniela.trsova@hpst.cz

| Strana | Obsah |
|---------------|---|
| 2 | Agilent 7000 GC/MS trojitý kvadrupól se samočisticím iontovým zdrojem: analýza polycyklických aromatických uhlovodíků ve vzorcích životního prostředí (Ivo Novotný) |
| 3 | Agilent 1260 Infinity SFC/UHPLC hybridní systém (Jan Kovář) |
| 4 | Tři rozměry separace komplexních vzorků: Agilent 6560 Ion Mobility QTOF (Ondřej Lacina) |
| 7 | Řekněte sbohem drahým a hořlavým plynům, řekněte ano provozu na vzduch: Agilent 4200 MP-AES (Jan Marek) |
| 8 | Revoluce pokračuje: Agilent ICP-OES 5100 – Dual View bez čekání (Jan Marek) |
| 9 | Představení nového ICP-MS 7900: jedinečná technologie a výkon (Ivo Novotný) |
| 10 | Spektrofotometrie s duší génia – Agilent Cary (Jan Marek) |
| 11 | Nové fáze kolon s pevným jádrem – Poroshell 120 HPH-C18/C8: delší životnost kolon i v podmínkách vysokého pH (Robert Kukula) |
| 12 | UltiMetal Plus Flexible ferule a samoutahovací matice Agilent Technologies: lepší ochrana GC kolon (Jana Havelková) |
| 13 | Řešení na klíč: Markets & Applications Programs – MAPs (Daniela Tršová) |
| 14 | Agilent 1290 Infinity Multisampler: autosampler jako žádný jiný (Jan Kovář) |
| 14 | První a jediný ICP-MS/MS: Agilent 8800 Series předčil očekávání (Ivo Novotný) |
| 15 | Seznámení se servisním týmem HPST (Alexandr Skála) |
| 16 | HPST, s.r.o. – kontakty |

Agilent 7000 GC/MS trojitý kvadrupól se samočisticím iontovým zdrojem: analýza polycyklických aromatických uhlovodíků ve vzorcích životního prostředí

2

Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU) stejně jako další perzistentní organické polutanty (POP) patří mezi environmentální kontaminanty, u kterých byly prokázány negativní účinky na zdraví živých organismů a jejichž přítomnost v životním prostředí je nutno sledovat.

Pro účely kvantifikace mnohdy stopových koncentrací širokého spektra těchto kontaminantů v různých typech biotických (např. tělní tekutiny, rybí svalovina, mušle) a abiotických matric (vzduch, sedimenty ad.) **představuje plynová chromatografie ve spojení s tandemovou hmotnostní spektrometrií typu trojitý kvadrupól** vhodná a efektivní řešení umožňující jejich selektivní a velmi citlivé stanovení.

Výběrem správných hmotnostních přechodů dochází k odfiltrování většiny interferencí pocházejících z matrice, čímž je významně zvýšen poměr signálu k šumu a zároveň sníženy limity detekce/kvantifikace, které jsou pro studium environmentálních kontaminantů nutné. **Agilent 7000 GC/MS** dosahuje velmi nízkých limitů detekce/kvantifikace, což potvrzuje i **detekční limit přístroje** (IDL, instrument detection limit) 4 fg OFN, jehož dosažení je požadováno při instalaci přístroje. U nové generace trojitých kvadrupólů **Agilent 7010 GC/MS** je pak ještě více zefektivněna tvorba iontů a jejich fokusace, čímž dochází k posunu IDL až na **0,5 fg OFN**. Vysoká citlivost přístroje je zachována i při akvizitních rychlostech 800 přechodů/sec (dwell time 0,5 ms), což umožňuje simultánní analýzu velkého množství sloučenin v rámci jednoho měření.

Vysoká stabilita křemenného monolitického kvadrupólu umožňuje jeho automatické tepelné čištění při zahřívání na 200 °C. Eliminace kontaminace iontového zdroje je dále možná také zapojením tzv. **samočisticího iontového zdroje** (SCIS, self cleaning ion source), který umožňuje čištění zdroje bez nutnosti zavzdušnění a manuálního zásahu obsluhy, čímž dochází k výrazné úspoře času. Zdroj je čištěn pomocí mírného proudu vodíku (0,075 až 0,2 ml/min), který je přiváděn do zdroje buď kontinuálně po celou dobu analýzy, anebo po skončení samotného měření. Porovnání stability odezev vnitřních standardů při

měření PAU s/bez použití kontinuálního čištění zdroje je ukázáno na obr. 4. Na chromatogramu je zobrazen záznam měření dibenzo(a,l)pyrenu při použití standardního Agilent GC/MS trojitého kvadrupólu a GC/MS trojitého kvadrupólu se zapojeným samočisticím iontovým zdrojem.

Vysoká selektivita a citlivost MS/MS současně **zjednodušuje přípravu vzorků, zkracuje čas analýzy, eliminuje falešně pozitivní výsledky a usnadňuje vyhodnocování dat** pro celkové zvýšení produktivity. Přístroj lze použít i pro základní necílový screening s identifikací látek pomocí knihoven spekter.

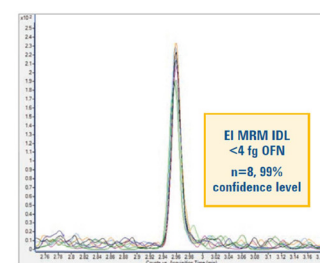
Celý systém i analýza dat je plně ovládan softwarem **MassHunter**, který spolu s rozsáhlými databázemi pesticidů a environmentálních kontaminantů (až 7 MRM předchodů na analyt, retenční časy látek stanovené za definovaných podmínek měření) maximálně zjednodušuje vlastní analýzy od prvotního zavedení GC/MS metody až po vytvoření závěrečného protokolu.

V případě zájmu o další informace kontaktujte našeho specialistu **Ing. Iva Novotného**.

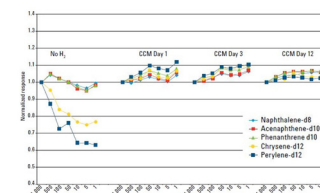
Ivo Novotný
ivo.novotny@hpst.cz



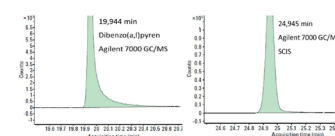
Obrázek 1
Agilent 7000 GC/MS trojitý kvadrupól



Obrázek 2
Detekční limit přístroje (IDL 4 fg OFN). IDL je získán na základě opakovaných měření přechodu m/z 272→222.



Obrázek 3
Stabilita odezev vnitřních standardů PAU při analýze s a bez samočisticího iontového zdroje.

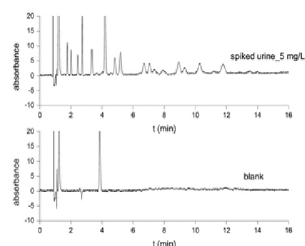


Obrázek 4
Ukázka chromatogramu pozdě se elujícího dibenzo(a,l)pyrenu. Na druhém obrázku je vidět zaostření píku při použití GC/MS PAH analýzou se samočisticím iontovým zdrojem (SCIS).
Pozn.: Použity rozdílné teplotní programy.

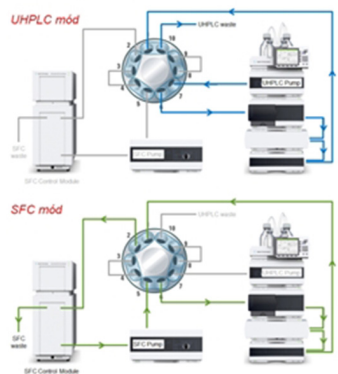
Agilent 1260 Infinity SFC/UHPLC hybridní systém



Obrázek 1
Doc. RNDr. Vítězslav Maier, Ph.D., a jeho vědecká skupina z Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci



Obrázek 2
Analýza kanabinoidů v moči metodou SFC



Obrázek 3
Agilent 1260 Infinity SFC/UHPLC a ukázka přepínání mezi UHPLC a SFC módem

Pořízení superkritické fluidní chromatografie nebylo ještě nikdy tak jednoduché jako nyní. Firma **Agilent Technologies** nabízí jako jediná firma na trhu unikátní kombinaci UHPLC systému se superkritickou fluidní chromatografií (SFC) v tlakovém rozsahu **do 600 bar**, a to vše v jednom systému. Díky tomuto unikátnímu řešení získáte aditivní ortogonální metodu v jednom jediném přístroji.

Přepínání mezi jednotlivými metodikami je velice jednoduché a robustní. Vzorky je možné analyzovat v UHPLC módu a obratem konfirmovat v SFC módu bez nutnosti zdlouhavé ekvilibrace v jedné sekvenci.

V současné době má plynová a kapalinová chromatografie dominantní postavení v systematické toxikologické analýze léčiv, drog a dalších fyziologicky aktivních sloučenin ovlivňujících zdraví člověka. Superkritická fluidní chromatografie (SFC) v sobě spojuje analyticky výhodné vlastnosti plynové a kapalinové chromatografie – **vysokou selektivitu separací, citlivost a velmi nízkou spotřebu mobilní fáze**, rychlý vývoj metody, rychlost analýz s použitím levné a ekologicky nezávadné mobilní fáze. Tyto vlastnosti předurčují využití SFC nejen v oblasti farmaceutické analýzy (chirální a achirální separace), ale představují široký analytický potenciál pro systematickou toxikologickou analýzu, kde je kladen důraz na vysokou selektivitu separací pro látky s velmi podobnými vlastnostmi (metabolity léčiv a drog), vysokou citlivost a rychlost analýz.

Vědecká skupina kolem doc. RNDr. Vítězslava Maiera, Ph.D., z Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci využívá SFC firmy Agilent Technologies pro analýzu syntetických kanabinoidů a jejich metabolitů v biologickém materiálu. Syntetické kanabinoidy (SC) jsou syntetické drogy s intenzivnějšími a dlouhodobějšími účinky než přírodní konopí, resp. než jeho hlavní psychoaktivní látka tetrahydrokanabinol (THC), čímž může docházet k těžším intoxikacím při jejich náhodném nebo úmyslném požití. GC/MS je dnes nejvyužívanější metodou pro separaci a identifikaci SC a jejich metabolitů. GC/MS technika ale vyžaduje derivatizaci SC a jejich metabolitů, čímž se celá analýza prodlužuje a komplikuje. S využitím SFC v systému normálních fází na silikagelu je možné dosáhnout velmi rychlé a selektivní separace

SC a jejich metabolitů bez nutnosti derivatizace. Separace směsi 17 SC a jejich metabolitů po QuEChERS extrakci z moči je vyobrazena na chromatogramu (obr. 2).

Oproti kapalinové chromatografii, kdy je nutné používat drahá a ekologicky závadná rozpouštědla, je prezentovaná metoda SFC separace syntetických kanabinoidů a jejich metabolitů také nepoměrně levnější. Navíc v případě SFC firmy Agilent Technologies můžete jako mobilní fázi využít potravinářský CO_2 a náklady na mobilní fázi se tak **dramaticky sníží až 10x**.

V případě zájmu o další informace prosím kontaktujte naše produktové specialisty **Ing. Jana Kováře a Ing. Naděždu Jeřábkovou**.

Jan Kovář
jan.kovar@hpst.cz

Tři rozměry separace komplexních vzorků: Agilent 6560 Ion Mobility QTOF

4

Kapalinová chromatografie ve spojení s vysokorozlišovací hmotnostní spektrometrií se stala hlavní technikou v aplikacích, kde je potřeba analyzovat velké množství látek v komplexních vzorcích. I přes rychlý vývoj v kapalinové chromatografii a hmotnostní spektrometrii však zůstává velký prostor pro zlepšení separace látek. Právě pro nejnáročnější aplikace je určen nový **Agilent 6560 Ion Mobility QTOF**, který do LC/MS přináší třetí separační rozměr: iontovou mobilitu v homogenním elektrickém poli (uniform field ion mobility). Lze tak významně zvýšit píkovou kapacitu a získat více informací o všech látkách během jedné analýzy. V iontové mobilitě v homogenním elektrickém poli se ionty dělí především podle tvaru, velikosti a náboje, takže lze separovat látky, které mají stejné m/z , ale odlišnou strukturu nebo konformaci. Při vývoji Agilent 6560 Ion Mobility QTOF byl důraz kladen na možnost přímého určení efektivního srážkového průřezu iontů (collisional cross section, Ω) bez nutnosti kalibrace, a dále na kritické parametry jako je rozlišovací

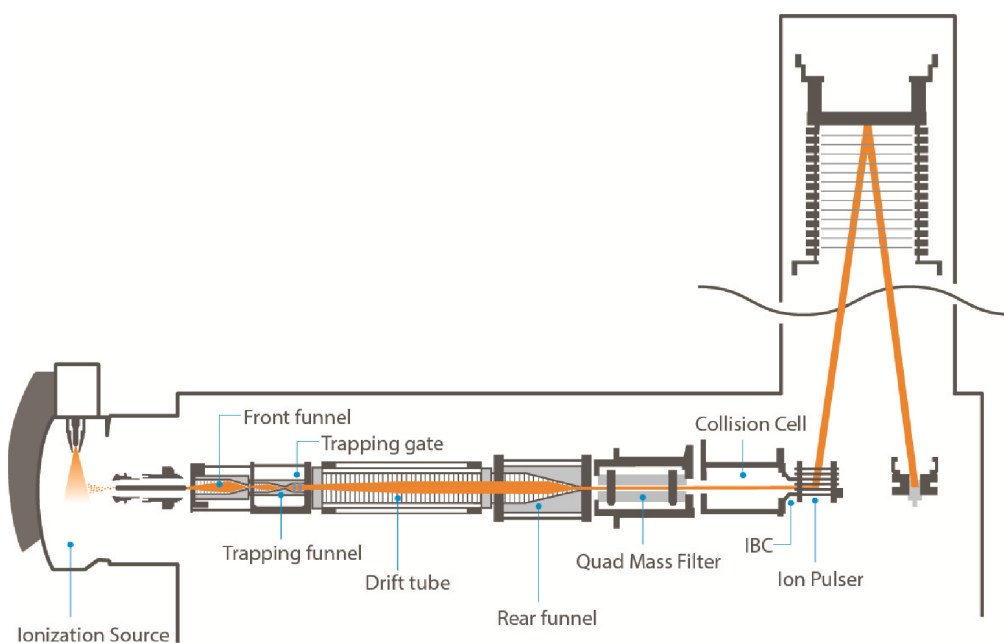
schopnost iontové mobility, citlivost a zachování nativní struktury analytů.

Konstrukce 6560 Ion Mobility QTOF

Agilent 6560 Ion Mobility QTOF vychází z nejvyššího QTOF systému Agilent 6550 QTOF, který využívá technologii duálních iontových nálevek iFunnel pro dosažení vysoké citlivosti. Právě do oblasti iFunnel byla integrována mobilitní část, skládající se z několika prvků (obr. 1). Ionizované látky jsou nejprve fokusovány v první iontové nálevce (front funnel), odkud pokračují k druhé části optiky sloužící pro zachycení a skladování iontů (trapping funnel). Odtud balíčky iontů přecházejí do 80 cm dlouhé driftovací trubice (drift tube) obsahující jako driftovací plyn dusík. Protože při separaci dochází k rozostření paprsku iontů, je driftovací trubice ukončena další iontovou nálevkou (rear funnel) pro jejich opětovnou fokusaci.

Rozlišovací schopnost iontové mobility

Rozlišovací schopnost iontové mobility je definována podobně jako v případě hmotnostní



Obrázek 1:

Schéma Agilent 6560 Ion Mobility QTOF

spektrometrie, ale místo m/z se v tomto případě pracuje s driftovacím časem:

$$R = \frac{t_d}{\Delta t} = \sqrt{\frac{L E Q}{16k T \ln 2}}$$

Hlavním parametrem limitujícím rozlišovací schopnost je rozšiřování zón způsobené difúzí. Difúze souvisí s délkou driftovací cely (L), intenzitou elektrického pole (E), nábojem analytu (Q) a teplotou driftovacího plynu (T). Dalším parametrem ovlivňujícím rozlišovací schopnosti iontové mobility je šířka balíčku iontů vstupujících do driftovací trubice. Díky unikátní konstrukci optiky pro záchyt a skladování iontů (trapping funnel) je dosaženo velmi úzkých a jasně definovaných balíčků [1]. Agilent 6560 Ion Mobility QTOF tak běžně dosahuje rozlišovací schopnost více než 60 pro malé i velké molekuly. Přístroj tak například umožňuje separovat α a β glukózy, které se liší pouze polohou jediné hydroxylové skupiny (obr. 2).

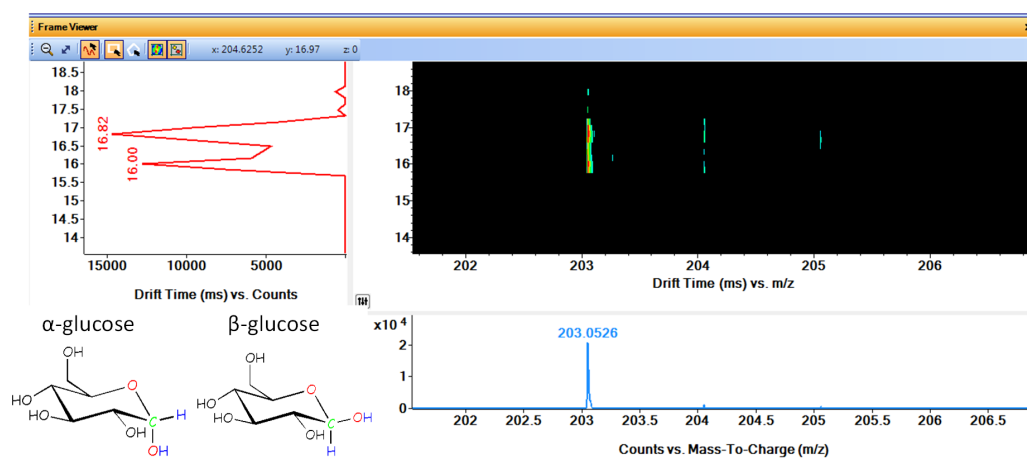
Citlivost

Revoluční konstrukce „trapping funnel“ je však klíčová i z hlediska dosažení vysoké citlivosti přístroje. Různé experimentální typy mobilitních analyzátorů využívajících homogenní elektrické pole existují již řadu let, nicméně tyto přístroje vždy trpěly vysokou ztrátou iontů (> 99,9 %).

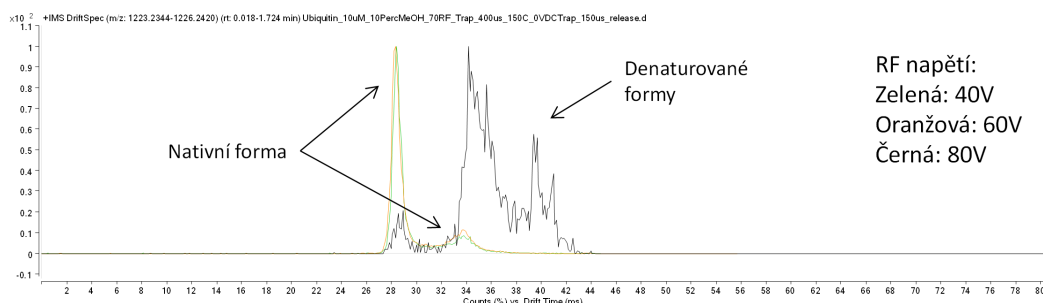
K nejvyšším ztrátám docházelo především v oblasti záchytu iontů, avšak iontová past na bázi elektrodynamických nálevek představuje velmi efektivní techniku pro záchyt a skladování iontů při vyšších tlacích (cca 4 torr) [2]. Dalším prvkem zvyšujícím citlivost je iontová nálevka na konci driftovací trubice, která zajišťuje dodatečnou fokusaci separovaných iontů. Finální konstrukce tak vykazuje více než tisícínásobné zvýšení přenosu iontů.

Přímé měření Ω – „collision cross section“

Unikátní vlastností Agilent 6560 Ion Mobility QTOF, která vyplývá z využití iontové mobility v homogenním elektrickém poli, je schopnost přímého určení efektivního srážkového průřezu iontů (collision cross section, Ω) [3]. Efektivní srážkový průřez iontů popisuje průměrnou plochu, která je vystavena pružným srážkám s driftovacím plynem. Na rozdíl od driftovacího času, který závisí na typu přístroje a proměnných jako je teplota a tlak driftovacího plynu, Ω představuje konstantní hodnotu související s daným iontem a typem driftovacího plynu (obvykle He nebo N_2). MassHunter software obsahuje funkci, která maximálně zjednodušuje výpočet Ω pro prakticky kterýkoli ion z naměřených dat. Správnost určení Ω je s maximální chybou do 2 %, ale obvykle je dosahováno odchylky



Obrázek 2: Separace α a β glukózy v iontové mobilitě na přístroji Agilent 6560 IM-QTOF.



Obrázek 3: Vliv RF napětí v trapping funnel na Ubiquitin $[M+7H]^{7+}$. Nativní forma obsahuje dva izomery, avšak zvýšením RF vzniká řada více rozvinutých forem s vyšším driftovacím časem.

pod 1 %. Ostatní komerčně dostupné mobilní analyzátoři, založené na jiných principech pro výpočet efektivního srážkového průřezu, potřebují nejen kalibraci na látky se známým Ω , ale tyto kalibrační látky musí být i strukturně podobné [4].

Zachování nativní struktury látek

Zcela nezbytné pro měření Ω je zachování nativní struktury (konformace) látek. Avšak při používání iontové optiky s RF napětím je iontům předána energie, což se projeví jako zvýšená efektivní vibrační teplota (odtud obvyklý název tohoto jevu: „ion heating“). Pokud je dodaná energie příliš vysoká, může se projevit změnou konformace nebo fragmentací analytů [5, 6]. Výhodou iontové mobility v homogenním elektrickém poli je, že pracuje pouze se stejnosměrným napětím v driftovací trubici. Pro minimalizaci tohoto jevu lze optimalizovat RF napětí ve všech částech iontové optiky. Na obrázku 3 je jasně dokumentován vliv RF napětí v trapping funnel na konformaci ubiquitinu.

Agilent 6560 Ion Mobility QTOF je první komerčně dostupný LC/MS přístroj využívající novou generaci iontové mobility v homogenním elektrickém poli. Díky revolučnímu návrhu iontové optiky využívající elektrodynamické iontové nálevky řeší všechny neduhy této mobilní techniky a zachovává její hlavní výhody, jako je přímý výpočet Ω a minimální vliv na změny nativní struktury iontů. Výsledkem je nástroj pro ty nejnáročnější aplikace.

Ondřej Lacina

ondrej.lacina@hpst.cz

Literatura:

1. B. H. Clowers, Y. M. Ibrahim, D. C. Prior, W. F. Danielson, M. E. Belov, and R. D. Smith, “Enhanced ion utilization efficiency using an electrodynamic ion funnel trap as an injection mechanism for ion mobility spectrometry”, *Anal. Chem.*, 80, 612–623, 2008.
2. Y. Ibrahim, M. E. Belov, A. V. Tolmachev, D. C. Prior, and R. D. Smith, “Ion funnel trap interface for orthogonal time-of-flight mass spectrometry”, *Anal. Chem.*, 79, 7845–7852, 2007.
3. J. C. May, C. R. Goodwin, N. M. Lareau, K. L. Leaptrot, C. B. Morris, R. T. Kurugugama, A. Mordehai, C. Klein, W. Barry, E. Darland, G. Overney, K. Imatani, G. C. Stafford, J. C. Feldsted, and J. A. McLean, “Conformational Ordering of Biomolecules in the Gas Phase: Nitrogen Collision Cross Sections Measured on a Prototype High Resolution Drift Tube Ion Mobility-Mass Spectrometer”, *Anal. Chem.*, 86, 2107–2116, 2014.
4. M. F. Bush, Z. Hall, K. Giles, J. Hoyes, C. V. Robinson, and B. T. Ruotolo, “Collision cross sections of proteins and their complexes: A calibration framework and database for gas-phase structural biology. CCS values and increased coverage of lipids”, *Anal. Chem.*, 82, 9557–9565, 2010.
5. S. I. Merenbloom, T. G. Flick, and E. R. Williams, “How hot are your ions in TWAVE ion mobility spectrometry?”, *J. Am. Soc. Mass Spectrom.*, 23, 553–62, 2012.
6. D. Morsa, V. Gabelica, and E. De Pauw, “Effective temperature of ions in traveling wave ion mobility spectrometry”, *Anal. Chem.*, 83, 5775–5782, 2011.



Obrázek 4:

Agilent 6560 Ion Mobility QTOF

Řekněte sbohem drahým a hořlavým plynům, řekněte ano provozu na vzduch: Agilent 4200 MP-AES

Dlouhá léta jste se v čítkách atomové spektroskopie mohli dočíst o třech základních technikách pro stanovení kovů, kterými ještě do nedávna byly techniky AAS, ICP-OES a ICP-MS. Před třemi lety však Agilent Technologies představením nové techniky MP-AES přepsal dosavadní historii. Tuto techniku lze zajisté považovat za největší krok ve vývoji atomové spektroskopie v posledních desetiletích, protože získává oblibu u stále většího počtu uživatelů. Byla stvořena za účelem snížení provozních nákladů, zvýšení bezpečnosti a automatizace rutinních prvkových analýz s důrazem na maximální zjednodušení obsluhy. Pracuje na vzduch a to přináší možnost samostatně běžících multiprvkových analýz a eliminaci drahých a hořlavých plynů. MP-AES (stejně jako ICP) využívá ke tvorbě a stabilizaci plazmatu proudu inertního plynu. V tomto případě je však na rozdíl od drahého argonu využíván dusík, který je s využitím dusíkového generátoru separován z okolního vzduchu. Není tak pro provoz třeba žádných drahých a hořlavých plynů jako je tomu u AAS či ICP. Čím více je stroj využíván, tím větší jsou provozní úspory laboratoře. MP-AES ve srovnání s technikou plamenové AAS přináší uživatelům rychlejší analýzy srovnatelné s rychlostí sekvenčních ICP-OES, vyšší produktivitu, až 10× nižší detekční limity a analýzy bez přítomnosti obsluhy – to vše bez závislosti

na lampách a potřeby drahých provozních plynů. Technika má (stejně jako technika plamenové AAS) toleranci k matricím s obsahem solí až 5 % TDS. MP-AES není náhradou technik AAS či ICP. Nabízí uživatelům alternativní a ekonomicky efektivní řešení pro rutinní analýzy v závislosti na reálných požadavcích jejich aplikace. MP-AES může optimálně nalézt uplatnění při rozbořech pitných a odpadních vod, půd, kalů, olejů, paliv, geochemických vzorků či rozbořech potravin. Přednedávnm byla představena již druhá generace spektrometru s označením Agilent 4200 MP-AES. Tento model nabízí zvýšenou dlouhodobou stabilitu díky velmi přesnému řízení plynů na principu hmotnostního průtoku (MFC) a díky designovým úpravám také zvýšenou odolnost vůči zasoleným matricím.

Laboratořím, které plánují nákup nového atomového spektrometru, rádi poskytneme odbornou konzultaci a poradíme s výběrem vhodné techniky pro konkrétní aplikace. Rádi také zájemcům předvedeme techniku MP-AES v naší demonstrační laboratoři v Praze přímo na reálných vzorcích.

Jan Marek
jan.marek@hpst.cz

Agilent 4200 MP-AES



Revoluce pokračuje: Agilent ICP-OES 5100

Dual View bez čekání

8

Představte si, že by analýzy na ICP-OES byly o více než 55 % rychlejší a spotřeba argonu by byla o 50 % nižší. Nyní je to možné! Agilent Technologies znovu posouvá hranice možností atomové emisní spektrometrie a dokazuje tak svou pozici skutečného lídra i v této oblasti analytické instrumentace.

Na začátku července 2014 byl na trh uveden zbrusu nový plně simultánní ICP-OES spektrometr Agilent 5100 SVDV (Synchronní Vertikální Dual View), který přináší revoluční technologii dichroického spektrálního slučovače DSC (Dichroic Spectral Combiner). Ten umožňuje současné axiální i radiální pozorování a to v jednom okamžiku. Výrazně tak zkracuje délku analýz, snižuje provozní náklady na argon, účinně napomáhá k eliminaci efektu snadno ionizovatelných prvků a činí tvorbu metod jednoduchou i u složitých vzorků. Vertikálně umístěný hořák Vám umožní analyzovat i ty nejsložitější vzorky, počínaje těmi s velmi vysokým obsahem matrice až po těkavá organická rozpouštědla. Výsledkem je méně časté čištění i údržba a až 5násobná životnost hořáků v porovnání se stroji s vertikálním uložením hořáku. Vzhledem ke stá-

le častějším bojům o prostor v laboratořích byl při vývoji nového modelu kladen také velký důraz na velikost instrumentu. S využitím nejnovějších technologií a letitých zkušeností (i z oboru ICP-MS) je nový ICP-OES 5100 v současnosti nejmenším na trhu dostupným ICP-OES. Snižování velikosti však nebylo na úkor stability (jak bývá problémem u strojů jiné značky). Stroj dosahuje bezkonkurenční RSD < 1 % po 8 hodinách provozu! Dlouhé čekání na nový model ICP-OES se vyplatilo a zájem o něj předčil veškerá očekávání. Důkazem o skutečné jedinečnosti, výkonu a oblíbě tohoto přístroje je fakt, že během několika málo měsíců od uvedení na trh se připravuje již pátá instalace tohoto modelu v rámci České republiky, což je na poměry našeho trhu opravdový úspěch. Budte i Vy jedni z prvních, kteří poznají výhody Agilent ICP-OES 5100 a kontaktujte nás pro více informací.

Jan Marek
jan.marek@hpst.cz



Agilent ICP-OES 5100

Představení nového ICP-MS 7900: jedinečná technologie a výkon



Poslední a nejnovější model úspěšné řady ICP-MS Agilent Technologies nese označení 7900 Series a byl oficiálně představen na světové konferenci Winter Plasma Conference v lednu roku 2014.

Kromě již léty ověřené a úspěšné konstrukce svých předchůdců přináší také několik zásadních novinek, které reagují na potřebu analytických laboratoří a požadavků analytiků za posledních 5 let od uvedení nejrozšířenějšího ICP-MS systému na světě i v České republice, a to modelu 7700 Series.

Charakteristickým číslem pro model 7900 Series je číslo 10. Nový model totiž vůči svému předchůdci přináší:

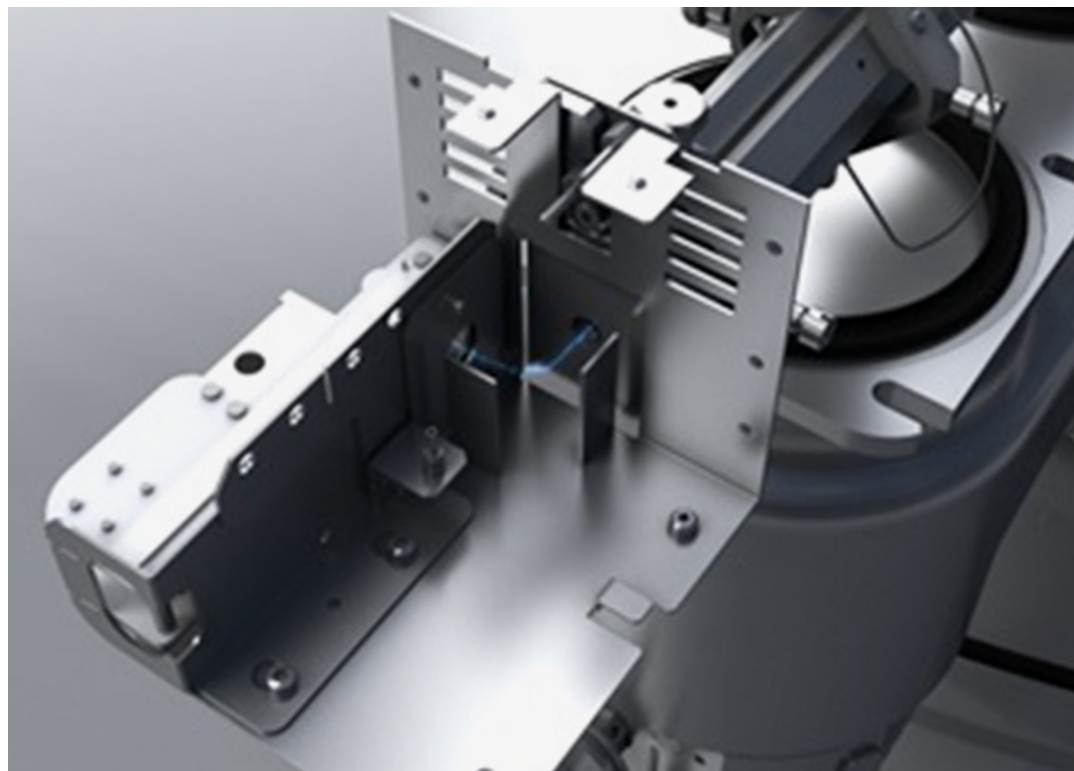
- 10násobné zvýšení citlivost v poměru signál/šum a to potlačením šumu díky nové off-axis konstrukci samotného detektoru
- 10násobně vyšší toleranci k maticím (což je historicky velký problém všech ICP-MS systémů) díky druhé generaci HMI (High Matrix Introduction) s označením U-HMI a umožňující až 100násobné ředění aeroso-

lu v plynné fázi před vstupem do plazmové hlavice; je tedy možné bez nutnosti ředění v kapalně fázi analyzovat vzorky s celkovým obsahem solí až 25 %

- 10násobně větší rozsah detektoru, což umožňuje analyzovat až 11 koncentračních řádů v jedné analýze; snadno tak lze provádět analýzy makro i mikro prvků vedle sebe bez nutnosti ředění nebo opakovaných analýz.

Společně s vylepšeními softwaru pro snadné a plně automatické nastavení metod a vyhodnocení výsledků přináší nový model také online kontrolu stavu a základní ovládání kdykoliv s připojením k internetu, a to pomocí modulu a software pro chytré telefony nebo tablety. Máte tak v případě potřeby svůj stroj pod kontrolou 24 hodin denně/7 dní v týdnu.

Ivo Novotný
ivo.novotny@hpst.cz



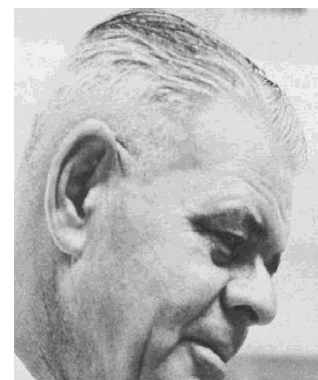
Spektrofotometrie s duší génia: Agilent Cary

10

V současnosti rodinu instrumentů molekulární spektroskopie Agilent pro UV-Vis, UV-Vis-NIR, fluorescenční a FTIR spektrometrii spojuje slovíčko Cary v jejich názvu. Název Cary vychází ze samotných kořenů UV-Vis spektrofotometrie. Howard Cary (1908 – 1991) – konstruktér, vynálezce, člen geniální dvojice Haword Cary & Arnold Beckman, která společně pracovala na vývoji různých optických přístrojů, ale také především na vývoji historicky prvního spektrofotometru, který umožňoval měření v ultrafialové i viditelné oblasti světla. K představení tohoto prvního UV-Vis spektrofotometru došlo v roce 1941 pod hlavičkou firmy Beckman, ve které byl Cary viceprezidentem a také vedoucím vývoje. Do velké obliby mezi vědci se tento univerzální, avšak jednopaprskový, spektrometr dostal především až po druhé světové válce. Howard Cary se však nespokojil jen s tímto průlomovým vynálezem a chtěl jít ještě dál. To však vedlo k rozpadu dvojice Cary&Backman (1946). Již v roce 1947 představuje Howard Cary pod hlavičkou Applied Physics Corporation, později známou jako Cary Instruments, světově první dvoupaprskový záznamový UV-Vis spektrofotometr Cary 11. Firma Cary Instruments se pak v roce 1966 stala součástí firmy Varian Inc. a po akvizici v roce 2010 také součástí Agilent Technologies. Životní filozofií Howarda Caryho bylo vytvořit spektrofotometr pro vědce, kteří občas musí zajít až na samou hranici výkonu spektrofotometru, aby získali informace, které potřebují, a přesto musí mít nástroj, který lze přizpůsobit velkému množství různorodých aplikací. Tuto filozofii, společně s názvem spek-

trometrů řady Cary, přijal Agilent Technologies za vlastní. Širokou nabídkou přístrojů pro UV-Vis, UV-Vis-NIR, fluorescenční a FTIR spektrometrii, které přinášejí celou řadu novinek a doposud nevídaných vlastností, Agilent dokazuje, že je dnešním lídrem v této oblasti molekulární spektroskopie. Jednotlivým přístrojům z rodiny Cary a jejich využitím pro dané aplikace se budeme pravidelně věnovat v následujících vydáních.

Jan Marek
jan.marek@hpst.cz

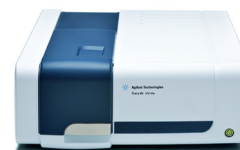


Howard Cary

Cary 8454 – DAD UV-Vis s tradicí (charakterizace – nástupce legendárních modelů 8452 a 8453, DAD detektor pro velmi rychlá skenování spekter (sken 190–1100 nm < 0,1 s)



Cary 60 – záblesk génia, UV-Vis 190–1100 nm, nejnižší provozní náklady – životnost výbojky běžně více než 10 let, sken spektra za méně než 3 s, měření s otevřeným víkem kyvetového prostoru.



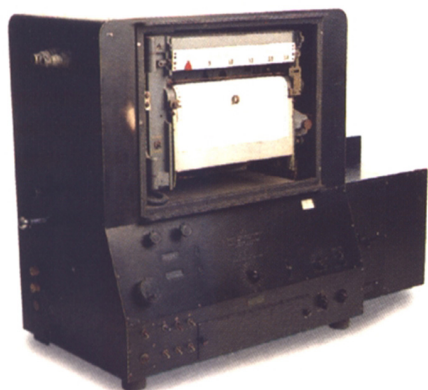
Cary 100/300 jsou oblíbené dvoupaprskové spektrofotometry, které jsou určeny pro rutinní i základní výzkumné aplikace.



Cary 4000/5000/6000i jsou vědecko-výzkumné dvoupaprskové spektrofotometry pro měření až do 8 absorbančních jednotek s možností doplnění o celou řadu příslušenství zvyšujícího výkon.



Cary 7000 je jediný spektrofotometr umožňující automatizovanou měření transmise a reflexe v definovaném bodě rovinných pevných materiálů (sklo, tenké vrstvy, aj.) pod libovolným úhlem, a to bez nutnosti manipulace se vzorkem. Tento přístroj posouvá dosavadní možnosti materiálového výzkumu a umožňuje v krátkém čase získat velmi přesnou optickou charakterizaci materiálových vlastností.



Nové fáze kolon s pevným jádrem – Poroshell 120 HPH-C18/C8: delší životnost kolon i v podmínkách vysokého pH

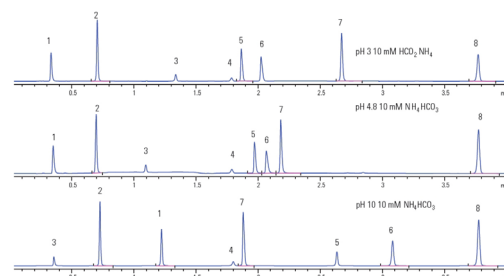
Uživatelé kapalinové chromatografie jistě ocení doplnění nových fází kolon s pevným jádrem Poroshell 120 pro rychlou HPLC analýzu. K již známým kolonám určeným pro separaci směsí látek v podmínkách nízkého pH s označením Poroshell 120 SB-C18/C8 nebo v podmínkách střední oblasti pH s označením Poroshell 120 EC-C18/C8 přibýly nyní nové kolony Poroshell 120 HPH-C18/C8, které dokážou spolehlivě separovat směsi látek také v podmínkách vysokého pH.

Díky chemické modifikaci povrchu částic (patentovanou technologií) se stávají kolony HPH-C18 a HPH-C8 vysoce odolnými vůči velmi

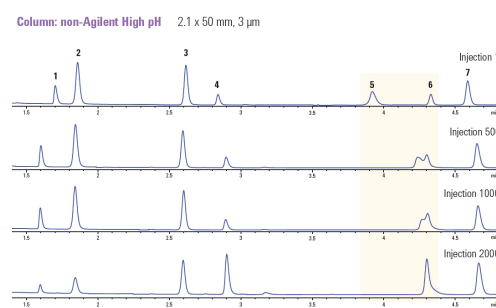
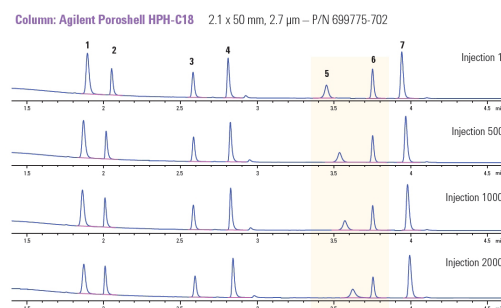
vysokým hodnotám pH. Tím se stává rodina kolon s pevným jádrem ještě bohatší a uživatelé už nemusí při převodu metody z plně porézní kolony na kolonu s pevným jádrem za účelem zkrácení času analýzy brát ohled na pH mobilní fáze.

V případě zájmu o další informace prosím kontaktujte naše produktové specialisty: Ing. Roberta Kukulu, Ing. Jitku Berkovou, Mgr. Janu Havelkovou nebo Mgr. Inku Šuškovou.

Robert Kukula
info@labicom.cz

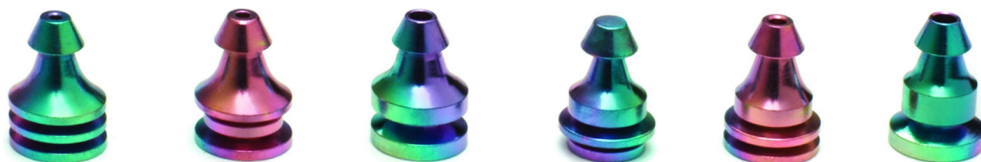


Obrázek 1: Ilustrace toho, jak se chemická struktura kolon Poroshell 120 HPH jednoduše přizpůsobuje podmínkám od nízkých, přes střední až po vysoké hodnoty pH při separaci směsi kyselých, neutrálních a zásaditých sloučenin.



Obrázek 2a a 2b: Na těchto dvou obrázcích je patrné, jak je organicky modifikovaná struktura SiO_2 stabilní i během dlouhodobého účinku vysokých hodnot pH. Je vidět, že i po 2000 nástřích zůstává chromatografický záznam téměř beze změny při použití nové kolony Poroshell 120 HPH-C18 od firmy Agilent Technologies na rozdíl od jiné konkurenční kolony s pevným jádrem. Tato další přidaná hodnota kolon Poroshell 120 HPH dává uživateli jistotu stabilních výsledků i při dlouhodobém používání v oblasti vysokých hodnot pH. Podmínky analýzy v obou případech: **Instrument: Agilent 1260 Infinity Binary LC System. Mobile phase: A: 10 mM Ammonium Bicarbonate adjusted to pH 10.0 in water, B: Acetonitrile. Flow rate: 0.4 mL/min. Gradient: 0 min – 5%B, 5 min – 95%B, 5,1 min – 5%B. Vzorek: 1. Methyl Salicylate, 2. 4 Chlorocinnamic acid, 3. Acetophenone, 4. Quinine, 5. Nortryptiline, 6. Heptanophenone, 7. Amitriptyline.**

UltiMetal Plus Flexible ferule a samoutahovací matice Agilent Technologies: lepší ochrana GC kolon



Obrázek 1: ukázka UltiMetal Flexible ferulí s různými tvary v závislosti na použité spojce a koloně

UltiMetal Plus Flexible ferule

V loňském roce vyvinula společnost Agilent Technologies ve své továrně v Middelburgu v Nizozemí nový typ ferulí. Ferule jsou zkonstruovány z nerezové oceli, která je potažena ultra inertní vrstvou polyimidu pomocí plazmové atmosféry. Tyto ferule jsou mimořádně vhodné pro analýzy aktivních látek. Doplnují portfolio produktů pro tzv. CFT (Capillary Flow Technology). Použitím těchto ferulí zajistíte maximální těsnost spojů při instalaci kolony. Nemusíte se obávat destrukce ferule při dotažení matky, k tomu jí dopomáhá její tvar a výběr materiálu. Další výhodou je její vysoká teplotní odolnost při vysokých teplotách přes 350 °C a stabilita při naprogramovaných teplotních cyklech.

Pokud pracujete v laboratoři zaměřené na potravinářské, toxikologické nebo environmentální analýzy a používáte plynový chromatograf s hmotnostní detekcí, jistě víte, jak je důležité dodržovat inertnost a čistotu celého GC/MS systému. Při analýzách velmi aktivních látek se doporučuje používat materiály s vysoce inertním povrchem, které mají právě UltiMetal Flexible Ferrule. Kromě zmíněných ferulí Agilent Technologies vyrábí také další spotřební materiál (linery, kolony, zlatá těsnění, atd.) jako komplexní řešení tzv. ultra inertní cesty pro ideální průtok vzorku s obsahem aktivních sloučenin od nástřiku až po detektor.

Samoutahovací matice

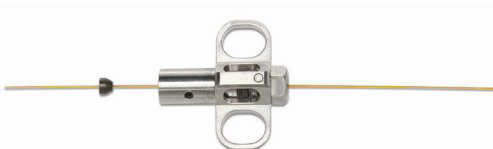
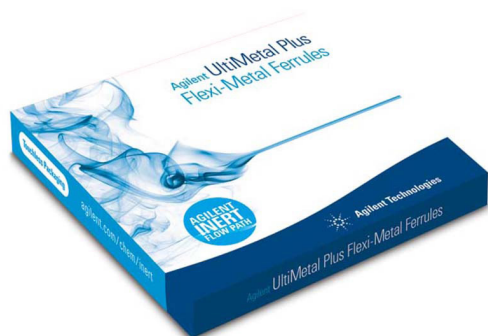
Agilent Self Tightening Column Nuts; „samoutahovací matice“ eliminuje potřebu pravidelného dotahování spojů jednou provždy.

Vlastnosti:

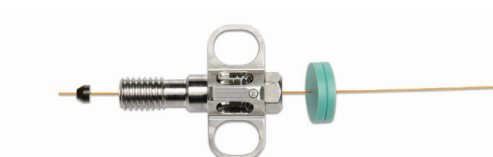
- robustní konstrukce z nerezové oceli ve dvou provedeních viz Obr. 2a a Obr. 2b
- použití s krátkými ferulemi ze slitiny grafitu/polyimidu (rozměr ferule závisí na ID kolony)
- tepelná odolnost přes 350 °C
- stejná matice jak u nástřiku, tak před detektorem – pouze jeden typ ferulí pro upevnění z obou stran kolony
- krátké ferule umožňují větší dotažení závitů, zlepšují těsnosti spoje
- spolehlivý výkon – inovativní píst neustále tlačí na ferule, čímž udržuje těsnost i po stovkách nástřiků
- úspora času – není potřeba dotahování po opakovaných teplotních cyklech
- snadné použití – spolehlivě bez použití náradí
- rychlejší údržba – těsnění s nízkým točivým momentem brání ferulím před rozpadnutím
- menší krvácení kolony – delší životnost kolony

Jana Havelková

info@labicom.cz



Obrázek 2a: Matice pro MSD a ECD



Obrázek 2b: Matice pro nástřik a FID detektory

Řešení na klíč: Markets & Applications Programs (MAPs)

Seznamte se s novým programem Markets & Applications Programs (MAPs), který pomáhá laboratořím z oblasti potravinářské, forenzní, chemické a materiálové analýzy, analýzy životního prostředí a analýzy paliv se zavedením nových metod „na klíč“. Jedině Agilent Technologies tak poskytuje skutečně komplexní podporu svým zákazníkům! Náš zákazník si může zvolit podle svých potřeb jednu z pěti úrovní uživatelské aplikační podpory.



Úroveň 1: Agilent aplikační listy

Aplikační list popisuje konkrétní metodu, tj. použitou instrumentaci a spotřební materiál, nastavení analytických parametrů a vzorové výsledky. Vlastní provedení je pak na zákazníkovi, který může podle aplikačního listu postupovat, ale nemusí – může si metodu modifikovat podle potřeby.

Úroveň 2: Agilent aplikační kity

Aplikační kit obsahuje již zmíněný aplikační list, ale kromě toho také spotřební materiál, softwarové knihovny (např. knihovny MS spekter) a testovací vzorek. Provedení je opět na koncovém uživateli (aplikační kit nezahrnuje práci servisního technika).

Úroveň 3: Agilent analyzátor

Analyzátor Agilent Technologies obsahuje kromě předešlého aplikačního kitu také vlastní instrument, který je v továrně otestován na daném vzorku pro danou konkrétní aplikaci a na konkrétní koloně. Instrument tak přijde k uživateli kompletní – stačí jen začít měřit! Analyzátor však neřeší např. úpravu vzorku před nástřikem do instrumentu, nebo speciální úpravu reportu.

Úroveň 4: Agilent analyzátor s přidanou hodnotou

Tato řešení obsahují vše, co předchází úroveň (instrumentaci, aplikační list, spotřební materiál atd.), a navíc v sobě zahrnují jistou přidanou hodnotu ze strany partnera Agilent Technologies (know-how), např. kompletní řešení pro úpravu vzorku.

Úroveň 5: Agilent kompletní řešení „na klíč“

Tato úroveň obsahuje naprosto vše: řešení pro úpravu vzorků, analytickou instrumentaci, spotřební materiál, SW a databáze, testovací vzorek, úpravu reportu na míru, standardní operační postupy (SOP), důkladné proškolení personálu přímo na místě a plnou podporu ze strany servisního a aplikačního střediska Agilent Technologies.

Pro více informací doporučujeme stránky

www.solutions-to-win.com.

Pokud vás program MAPs zaujal, kontaktujte prosím naše produktové specialisty pro jednotlivé instrumentální techniky (kontakty najdete na konci tohoto čísla časopisu).

Daniela Tršová

daniela.trsova@hpst.cz

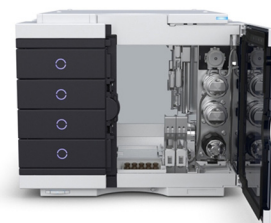
Agilent 1290 Infinity Multisampler: autosampler jako žádný jiný

14

Automatizace chromatografických analýz dostala díky novému Multisampleru od Agilent Technologies naprosto nový rozměr. Konstrukce tohoto dávkovače umožňuje v jednom zařízení kombinovat požadavky na vysokou průchodnost vzorku (kapacita více jak 6000 vzorků), minimální přenos vzorku mezi analýzami (na výběr až 3 oplachová rozpouštědla) a kombinaci rychlosti nástřiků s velkým variabilním objemem díky unikátnímu systému **tzv. dual-needle**. Termolabilní vzorky lze bezpečně uchovávat od 4 °C a to bez ohledu na okolní teplotu prostředí.

V případě zájmu o další informace prosím kontaktujte naše produktové specialisty **Ing. Jana Kováře a Ing. Naděždu Jeřábkovou**.

Jan Kovář
jan.kovar@hpst.cz



Agilent 1290 Infinity Multisampler

První a jediný ICP-MS/MS: Agilent 8800 Series předčil očekávání

Uvedení prvního ICP-MS/MS systému na trh byl inovací roku 2012 v oblasti hmotnostní spektrometrie, o čemž svědčí ocenění Instrument výstavy ASMS v roce 2012, což bylo velkým (a pro nás milým) překvapením na této konferenci zaměřené především na organickou MS analýzu.

Technologie MS/MS běžná v organické analýze rychle potvrdila svoje místo také v oblasti anorganických analýz, a to překonáním prodejních plánů o 200 % díky obrovskému zájmu analytiků na celém světě.

Nejinak tomu bylo v České republice, kde bude letos instalován již čtvrtý ICP-QQQ, čímž se Česká republika řadí na první místa v počtu instalovaných systémů vzhledem ke své velikosti.

Demonstrační měření a reálné výsledky potvrdily, že MS/MS technologie má i v oblasti anorganických analýz své pevné místo. Umožňuje provádět analýzy vyžadující do té doby složitou úpravu vzorku nebo použití drahých a složitých High-Resolution systémů. ICP-MS/MS je, stejně jako je tomu v orga-

nické analýze, ve srovnání se starými technologiemi High-Resolution výrazně jednodušší, v mnoha případech výrazně citlivější a také nezanedbatelně levnější (z hlediska pořizovacích i provozních nákladů). V porovnání s klasickou ICP-MS technikou nabízí MS/MS výrazně vyšší výkon a flexibilitu při zachování jednoduchosti obsluhy.

Ivo Novotný
ivo.novotny@hpst.cz



Agilent 8800 ICP-MS/MS

Seznámení se servisním týmem HPST

V servisním oddělení HPST v současnosti pracuje 13 servisních techniků a 2 servisní koordinátorky. Práci celého týmu řídí servisní manager. Jednotliví technici jsou specializováni pro servis určitého spektra instrumentů a na tuto práci jsou proškoleni přímo ve školicích střediscích výrobce Agilent Technologies. Tato střediska se nacházejí v Německu, USA, Japonsku, Austrálii či Velké Británii.

Alexandr Skála
alexandr.skala@hpst.cz

Servisní oddělení poskytuje následující služby:

- Záruční a pozáruční opravy analytických systémů výrobce Agilent Technologies
- Standardní provedení
- Expresní provedení
- Individuální smluvní podmínky
- Exchange program
- Pouze originální náhradní díly
- Preventivní prohlídky, ověření výkonnosti, funkční verifikace
- Telefonická podpora
- Vzdálená diagnostika (TeamViewer, VPN)
- Konzultace
- Interní a Externí školení (HW, SW)
- Aplikační podpora



Zleva: Petr Dušek, Tomáš Fojtík, Dagmar Lehká, Martin Juříček, Alexandr Skála, Vladimír Navara, Zbyněk Boháček, Milan Souček, Růžena Penížková, Radek Koláčný, Rostislav Pantůček, Jan Adamiec a Romana Sekyrová (dnes na mateřské dovolené), na jejíž místo nově nastoupila Lenka Hejná. Michal Novotný a Vít Peterka bohužel nebyli při fotografování přítomni.

Management:

Karel Vranovský
generální ředitel

Tel.: +420 244 001 238
Mob.: +420 725 924 019

Naděžda Jeřábková
manažer obchodu
(HPLC, CE, disoluce)

Tel.: +420 244 001 242
Mob.: +420 724 252 914

Alexandr Skála
manažer servisu,
(servis GC/MS, LC/MS)

Tel.: +420 244 001 243
Mob.: +420 724 803 434

Michaela Kopalová
manažer administrativy
(objednávky přístrojů)

Tel.: +420 244 001 234
Mob.: +420 602 330 264

Daniela Tršová
manažer marketingu

Tel.: +420 244 001 232
Mob.: +420 602 158 401

Obchodní oddělení

Jan Kovář
produktový specialista
(HPLC, CE)

Tel.: +420 244 001 231
Mob.: +420 607 081 917

Jitka Zrostlíková
produktový specialista
(LC/MS)

Tel.: +420 244 001 249
Mob.: +420 606 047 034

Ondřej Lacina
aplikační specialista
(LC/MS)

Tel.: +420 244 001 249
Mob.: +420 602 600 235

Lukáš Pulkert
produktový specialista
(UV-VIS, FTIR)

Tel.: +420 244 001 239
Mob.: +420 602 319 689

Ivo Novotný
produktový specialista
(GC/MS, ICP-MS, XRD)

Tel.: +420 244 001 240
Mob.: +420 724 309 027

Jan Marek
produktový specialista
(GC, MP-AES, ICP-OES, AAS)

Tel.: +420 244 001 231
Mob.: +420 606 050 908

Veronika Dubová
finanční analytik

Tel.: +420 244 001 239
Mob.: +420 724 299 522

Michaela Vránová
marketingový specialista

Tel.: +420 244 001 232
Mob.: +420 731 157 661

Zbyněk Halbhuber
aplikační specialista
(genomika a diagnostika)

Tel.: +420 244 001 245
Mob.: +420 607 081 918

Iva Šenitková
produktový specialista
pro mol. biologii

Tel.: +420 244 001 245
Mob.: +420 702 281 171

Irena Findejsová
spotřební materiál
pro mol. biologii

Tel.: +420 244 001 245
Mob.: +420 731 538 641

Michaela Pluskalová
odb. asistent obch. týmu
(genomika a diagnostika)

Tel.: +420 244 001 231
Mob.: +420 736 606 878

Servisní oddělení

Jan Adamiec

Servis LC, CE, UV/Vis,
LC/MS, FTIR

Tel.: +420 244 001 244

Mob.: +420 602 261 365

Zbyněk Boháček

Aplikační podpora,
servis GC, GC/MS, LC

Tel.: +420 244 001 237

Mob.: +420 724 805 278

Petr Dušek

Servis LC/MS, GC, GC/MS,
gen. plynů

Tel.: +420 244 001 246

Mob.: +420 724 807 189

Tomáš Fojtík

Servis ICP-OES, ICP-MS,
AAS

Tel.: +420 244 001 237

Mob.: +420 702 287 862

Martin Juříček

Servis ICP-MS, OES, AAS,
MP-AES, gen. plynů

Tel.: +420 244 001 246

Mob.: +420 724 703 774

Radek Koláčný

Servis LC, CE, UV-Vis,
disoluce

Tel.: +420 244 001 237

Mob.: +420 724 891 356

Vladimír Navara

Servis GC, GC/MS,
headspace, desorpce

Tel.: +420 244 001 247

Mob.: +420 724 805 769

Michal Novotný

Softwarový specialista,
IT specialista

Tel.: +420 244 001 230

Mob.: +420 724 309 037

Rostislav Pantůček

Servis LC, automatizace

Tel.: +420 244 001 237

Mob.: +420 725 341 292

Růžena Penížková

Servisní smlouvy, servis
přístrojů pro genomiku

Tel.: +420 244 001 230

Mob.: +420 724 305 436

Vít Peterka

Servis přístrojů
pro genomiku

Tel.: +420 244 001 244

Mob.: +420 605 205 892

Milan Souček

Servis GC, GC/MS

Tel.: +420 244 001 243

Mob.: +420 602 651 576

Administrativa

Ludmila Freyová

logistika, objednávky
spotřebního materiálu

Tel.: +420 244 001 236

Mob.: +420 724 105 611

Dagmar Lehká

příjem oprav,
koordinace servisu

Tel.: +420 244 001 237

Mob.: +420 724 004 993

Lenka Hejná

příjem oprav,
koordinace servisu

Tel.: +420 244 001 247

Mob.: +420 727 812 449

Kateřina Doušová

asistentka

Tel.: +420 244 001 231

Mob.: +420 724 804 643

Martina Mezlíková

brigádník
(Telemarketing)

Tel.: +420 244 001 231

Labicom s.r.o.

Robert Kukula

kolony a spotř. mat.,
oblast Čechy-severozápad

Mob.: +420 724 807 092

Jitka Berková

kolony a spotř. mat.,
oblast Čechy-jih

Mob.: +420 602 777 356

Jana Havelková

kolony a spotř. mat.,
oblast Morava-sever

Mob.: +420 607 006 300

Inka Šušková

kolony a spotř. mat.,
oblast Morava-jih

Mob.: +420 725 586 483

Markéta Donthová

kolony a spotř. mat.,
obl. - východ Čech a Moravy

Mob.: +420 731 479 740

Jaroslav Andrlé

kolony a spotř. mat.,
oblast Čechy-severovýchod

Mob.: +420 725 586 483

HPST, s.r.o.

Písnická 372/20

142 00 Praha 4

Česká republika

Tel.: +420 244 001 231

Fax: +420 244 001 235

E-mail: info@hpst.cz

Web: www.hpst.cz



hpst