

ANALÝZA TABLIET S OBSAHOM ZINKU A MEDI V POLYKOMPONENTNÝCH MINERÁLNYCH VÝŽIVOVÝCH DOPLNKOCH

PLANKOVÁ A., ŠTROFFEKOVÁ O., HAVRÁNEK E.

Farmaceutická fakulta Univerzity Komenského, Katedra farmaceutickej analýzy a nukleárnej farmácie, SR

SÚHRN

Analýza tabliet s obsahom zinku a medi v polykomponentných minerálnych výživových doplnkoch

Práca bola zameraná na vypracovanie a optimalizáciu pracovných podmienok pri identifikácii a stanovení zinku a medi v polykomponentných minerálnych prípravkoch. Zinok Walmark® a TrikrátSedem FeCuZn modernou elektrochemickou analytickou metódou – galvanostatickou rozpúšťacou chronopotenciometriou (SCP) a nukleárnou analytickou metódou – rádionuklidovou röntgenofluorescenčnou analýzou (RRFA). Správnosť výsledkov analýz bola potvrdená porovnaním stanovení obsahov prvkov s použitím oboch analytických metód.

K l ú č o v é s l o v á: stopové prvky – galvanostatická rozpúšťacia chronopotenciometria – rádionuklidová röntgenofluorescenčná analýza

Čes. slov. Farm., 2006; 55, p. 131–135

SUMMARY

Analysis of Zinc- and Copper-Containing Tablets in Multicomponent Mineral Nutritional Preparations

The aim of this study was to elaborate and optimize the working conditions for the identification and determination of zinc and copper present in the multicomponent mineral preparations Zinok Walmark® and TrikrátSedem FeCuZn by a modern electrochemical analytical method – galvanostatic stripping chronopotentiometry, and a nuclear analytical method – X-ray fluorescence analysis. The proposed analytical methods were compared with each other and the obtained results concerning the quantity of determined elements were in good agreement.

K e y w o r d s: trace elements – galvanostatic stripping chronopotentiometry – X-ray fluorescence analysis

Čes. slov. Farm., 2006; 55, p. 131–135

Má

Úvod

Zdravé životné prostredie je popri životnom štýle, genetických faktoroch a úrovni zdravotníckej starostlivosti jeden z rozhodujúcich činiteľov ovplyvňujúci zdravotný stav obyvateľstva. Medzi hlavné faktory neustáleho rastúceho počtu civilizačných ochorení, ktoré sú priamo zodpovedné za tento trend, patrí stres ako i nevhodné stravovacie návyky. Z tohto hľadiska nadobúdajú zvýšený význam najmä mikronutrienty s antioxidantnými vlastnosťami, medzi ktoré patria vitamíny skupiny C a E, flavonoidy, antokyány a minerálne stopové prvky. Ľudské telo si ich nedokáže vytvoriť samo, preto ich človek prijíma potravou. Ak je však príjem dlhodobou nízkym, telo čerpá zo zásob uložených vo svaloch, pečeni, alebo z kostí. Ideálne je prijímať minerálne látky vyváženou stravou. To však nie je vždy možné, treba ich dopl-

ňovať výživovými doplnkami, ktoré slúžia na prevenciu chorôb a suplementáciu chýbajúcich prvkov. Medzi nepostrádateľné esenciálne prvky potrebné pre život človeka bezpochyby patria zinok a meď.

Zinok v organizme kontroluje a usmerňuje metabolické procesy, činnosť enzýmových systémov, udržiava a zabezpečuje procesy v bunkách. Je dôležitý pre funkciu rôznych metalo – enzýmov (karboxyanhydráza, alkalická fosfatáza a dehydrogenáza), alebo kofaktorov (argináza, histamindiamináza), ovplyvňuje transport a utilizáciu glukózy, má vzťah k syntéze bielkovín, inzulínu a DNA. Typickými znakmi deficitu zinku je dermatitída, atrofia semeníkov, sterilita, nepravidelná menštruácia, spomalený rast, mentálna retardácia, náchylnosť k infekciám, *arterioskleróza*, strata čuchu a chuti, akné, biele škvrny na nechtoch. Odporúčená dávka pre deti je 5–12 mg, pre dospelých 15 mg¹⁾. Najdôležitejšie prírod-

né zdroje sú ustrice, mäso, ryby, pšeničné klíčky, huby, pivovarské kvasnice, dyňové semená, strukoviny, mlieko, horčica.

Meď má u človeka významnú úlohu v dozrievaní spojivového tkaniva, v tvorbe priečných väzieb kolagénových bielkovín, vo funkcii a štruktúre CNS. Meď je súčasťou enzýmových systémov, napríklad cytochróm-c-oxidáza, curuloplazmin, tyrozináza atď. Je potrebná pre tvorbu červených krviniek, pomáha pri vstrebávaní Fe a nepriamo tým zodpovedá za tvorbu hemoglobínu, premieňa aminokyselinu *tyrozin*, na tmavý kožný pigment, ktorý spôsobuje zafarbenie vlasov a kože, redukuje hladinu histamínu, čím zmiernuje alergie. Medzi prírodné zdroje patria pečeň, orechy, slivky, huby, múka, strukoviny, mäkkýše. Odporúčaná denná potreba pre deti je 0,4–2,5 mg, pre dospelých 2,5–4,0 mg¹⁾. Prejav nedostatku sú bledosť, únava, skrátenie dychu, anémia, chudokrvnosť. Deficit Cu u človeka je veľmi vzácny. Meď a zinok možno stanoviť rôznymi metódami: polarograficky, spektrofotometricky, atómovou absorbnou spektroskopiou, elektrochemicky¹⁻⁶⁾.

POKUSNÁ ČASŤ

Použité metódy

Galvanostatická rozpúšťacia chronopotenciometria (SCP) je dvojfázová elektrochemická analytická metóda^{5, 6)}. V prvej fáze sa na povrchu pracovnej elektródy z roztoku vylúči pri konštantnom potenciáli analyt, ktorý sa v druhej fáze konštantným prúdom rozpustí, pričom sa registruje zmena potenciálu pracovnej elektródy v priebehu rozpúšťania, $E = f(t)$. Zmena potenciálu od času má tvar oxidačno-redukčnej titračnej krivky. Z tejto závislosti možno zistiť hodnotu tzv. prechodového času T , t.j. dobu potrebnú na rozpustenie určitého depozitu. Výhodami SCP je polykomponentnosť analýzy, možnosť stanoviť nízke až stopové koncentrácie prvkov, rýchlosť analýzy, možnosť analyzovať série vzoriek. Meria sa čas namiesto prúdu, pričom čas rozpúšťania je krátky. Počas rozpúšťacej fázy neprechádza pracovnou elektródou žiadny prúd, tzn., táto technika nie je zatažovaná interferenciami elektroaktívnych častíc prítomných v meraných roztokoch. Ďalšou výhodou je automatická optimalizácia rozpúšťacieho kroku, tzn., potenciál pracovnej elektródy sa nemení lineárne, ale počas oxidácie jednotlivých kovov zostáva takmer nemenný, pokiaľ nedôjde k ich úplnému rozpusteniu.

Vzorky, ktoré obsahujú anorganické a organické zložky, je potrebné pred analýzou elektrochemickými analytickými metódami mineralizovať. Cieľom mineralizácie⁷⁾ je totálna deštrukcia organických zložiek a skupín, ktoré sú elektrochemicky aktívne a mohli by stanovenie malých, resp. stopových množstiev minerálnych zložiek rušiť.

Slovenský liekopis^{8, 9)} predpisuje skúšku na anorganické nečistoty stanovením obsahu popola, táto však neposkytuje informáciu o kvantitatívnom zastúpení konkrétnych prvkov. Tu našla uplatnenie *rádionuklidová röntgenofluorescenčná analýza (RRFA)*¹⁰⁾, ktorá umožňuje identifikáciu a stanovenie prvkov. Osobitné miesto má táto metóda v analýze vzoriek vo farmaceutickej praxi.

RRFA patrí medzi neaktivačné interakčné nukleárne analytické metódy. Zakladá sa na využití jadrového žiarenia bez toho, aby analyzovaná vzorka obsahovala rádionuklidy. Využívajú sa pri nej interakčné deje jadrového a röntgenového žiare-

nia s látkou, ktoré spôsobujú jeho absorpciu a rozptyl. RRFA používa na stanovenie prvkov charakteristické fluorescenčné žiarenie vyvolané pomocou žiarenia rádioaktívnych nuklidov. Analyticky významná je skutočnosť, že energia vzniknutého fluorescenčného žiarenia je charakteristická pre emitujúci (stanovovaný) prvok a intenzita je úmerná množstvu prvku v analyzovanej vzorke. Pri analýze vzoriek kvapalného charakteru je vhodné pristúpiť k úpravám vzoriek, vzhľadom na veľký rozptyl žiarenia, vysoký neanalytický signál. Pri stanovovaní zložiek kvapalných vzoriek je možné využitie vlastností zložiek vzorky, napr. ich iónovú schopnosť. Extrakciu na iónomieničoch je možné realizovať napr. na iónovýmienných membránach, ktoré sú výhodné na analýzu RRFA pre ich dobrú manipuláciu, definovaný tvar, veľkosť, hrúbku¹¹⁾.

Analyzovaný materiál

Zinok Walmark®

Výrobca: Walmark, a.s., Oldrichovice 44, Třinec, ČR.

Účinná látka: 1 tableta obsahuje 10 mg zinku.

TrikrátSedem FeCuZn

Výrobca: Generica, s.r.o., Vrbovská 39, Piešťany, SR.

Účinná látka: 1 tableta obsahuje 1,67 mg železa, 0,67 mg medi, 3,33 mg zinku.

Meracia technika

Metóda SCP

Na základe experimentálnych výsledkov bol uskutočnený výber optimálnych podmienok mineralizácie analyzovaných vzoriek: mokry spôsob rozkladu za zvýšenej teploty (160 °C) a zvýšeného tlaku (autokláv – konvenčné zohrievanie, typ: Laboratorní autoklav ZA – 1, výrobca: JZD „Pokrok“ Zahnašovice, okr. Kroměříž) a zvýšenej teploty (teplovzdušná sušiareň, teplota 160 °C. Čas mineralizácie bol 100 minút. Mineralizačným činidlom bola koncentrovaná kyselina dusičná (2 ml). Hmotnosť vzoriek u tabliet Zinok Walmark® a TrikrátSedem FeCuZn odpovedala priemernej hmotnosti jednej tablety (0,10 g). Obsah prvkov meď a zinok v analyzovaných vzorkách sme stanovovali pomocou galvanostatickej rozpúšťacej chronopotenciometrie (SCP) za použitia elektrochemického analyzátoru ECA – SENSOR (výrobca Istran spol. s.r.o., Bratislava). Experimentálne parametre merania uvádza tabuľka 1.

Analýzátor Eca – Senzor obsahuje zabudovaný elektródový systém: vymeniteľná kompozitná uhlíková elektróda typu LMF (pri stanovení zinku, medi), referenčná – argentschloridová elektróda, pomocná – platínová elektróda.

Tab. 1. Experimentálne parametre merania

potenciál nahromadenia	1600 mV (pri stanovení Zn,Cu)
rozpúšťací prúd	10 µA
doba ustálenia	10 s
pipetovaný objem vzorky	20 ml
doba nahromadenia vzorky	60 s
doba nahromadenia štandardu	10 s
miešanie počas rozpúšťania	vypnuté
stand by potenciál	650 mV
objem štandardného prídavku	0,15 ml (Zn, Cu)
koncentrácia štandardného prídavku	Zn 50,0 mg/l Cu 20,0 mg/l

Tab. 2. Namerané hodnoty obsahu zinku a medi vo výživových doplnkoch metódou SCP

Vzorka číslo merania	Zinok Walmark®	TrikrátSedem FeCuZn	
	Q (µg) pre zinok	Q (µg) pre zinok	Q (µg) pre meď
1.	9260	3373,36	672,31
2.	10120	3317,79	673,21
3.	9930	3420,46	677,01
4.	10330	3308,91	676,94
5.	9810	3324,57	677,74
6.	10030	3367,19	674,07
7.	10280	3347,28	668,19
8.	10270	3294,44	669,51
9.	9790	3352,23	674,25
10.	9780	3335,53	671,12
\bar{x})	9960	3343,87	673,43
R	1070	126,02	9,55
S_R	347,75	40,96	3,10
$S_f(\%)$	3,49	1,22	0,46
$L_{1,2}$	9960±273	3343,87±32,14	673,43±2,44

\bar{x} – aritmetický priemer, R – variačné rozpätie, $R - x_{\max} - x_{\min}$, s_R = smerodajná odchýlka, $s_R = k_n \cdot R$, ($k_n = 0,325$ pre $n=10$), s_f – relatívna smerodajná odchýlka, $s_f = 100s_R/\bar{x}$, $L_{1,2}$ – interval spoľahlivosti priemeru, $L_{1,2} = \bar{x} \pm R \cdot Kn$ ($Kn=0,255$, $n=10$, $\alpha=0,05$), n – počet meraní

Tab. 3. Početnosť (imp./1000s) vo výživových doplnkoch metódou RRFA

Vzorka (prelievaný objem V=250ml číslo merania)	Zinok Walmark® (riedenie 1:100)	TrikrátSedem FeCuZn (riedenie 1:100)	
	početnosť (imp./1000 s)	početnosť (imp./1000 s)	početnosť (imp./1000 s)
	pre zinok	pre zinok	pre meď
1.	1799	5557	897
2.	1828	5534	876
3.	1768	5553	894
\bar{x}	1798	5548	889
R	60	23	21
S_R	35,46	13,59	12,41
$S_f(\%)$	1,97	0,24	1,40
$L_{1,2}$	1798±78	5548±30	889±27
obsah µg/tableta	9670	3300	660

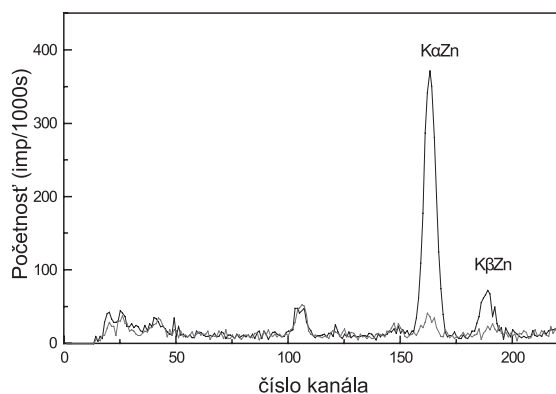
\bar{x} – aritmetický priemer, R – variačné rozpätie, $R - x_{\max} - x_{\min}$, s_R = smerodajná odchýlka, $s_R = k_n \cdot R$, ($k_n = 0,591$ pre $n=3$), s_f – relatívna smerodajná odchýlka priemeru, $s_f = 100s_R/\bar{x}$, $L_{1,2}$ – interval spoľahlivosti priemeru, $L_{1,2} = \bar{x} \pm R \cdot Kn$ ($Kn=1,304$, $n=3$, $\alpha=0,05$), n – počet meraní
štatistické vyhodnotenie ¹³⁾

Metóda RRFA

Na excitáciu charakteristického a L-fluorescenčného žiarenia stanovených prvkov bol použitý rádionuklidový zdroj ²³⁸Pu, s aktivitou 1110 MBq, energiou 12–22 keV, polčasom premeny 86,4 roka, bol vyrobený vo forme plošného diskového zdroja firmou Amersham. Na separovanie jednotlivých línii žiarenia prvkov, prítomných vo vzorkách pri polykomponentnej analýze bol použitý polovodičový Si/Li detektor (ÚJV ŘEŽ u Prahy), v spojení s mnohokanálovým analyzátorom

EG&G ORTEC. Pre analýzu vzoriek pomocou RRFA bolo zvolené geometrické usporiadanie vzorka- zdroj- detektor (bola použitá reflexná bočná geometria).

Na extrakciu jednotlivých zložiek z analyzovaných vzoriek boli v práci použité chelatajúce membrány 3M Empore™, s iónomeničom vo forme sodnej soli iminodioctovej kyseliny na nosiči (polytetrafluóretylén), ktorého sú zachytené častice sorbenta – kopolymér styrénu a divinylbenzenu ¹²⁾. Kvapalné vzorky, ktorých komponenty sa zakoncentrujú na chelatačných membránach, sa líšia svojimi vlastnosťami. Zostrojenými ana-



Obr. 1. Spektrum žiarenia po interakcii rádionuklidového zdroja ^{238}Pu so vzorkou Zinok-Walmark® (riedenie 1:100)

lytickými krivkami bola overená a vypočítanými korelačnými koeficientami potvrdená linearita nameraných signálov od obsahu prvku v konštantnom objeme nosného média pre prvok meď a zinok v rozsahu obsahov: 0–200 μg v objeme 250 ml. Analyzované vzorky boli riedené v pomere 1:100.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Na kontrolu a hodnotenie kvality liekov, výživových doplnkov a farmaceutických pomocných látok sa používajú rôzne analytické metódy, výber ktorých je podmienený charakterom a množstvom vzorky, prístrojovým vybavením, medzou stanovenia a citlivosťou metódy.

Predkladaná práca bola zameraná na sledovanie obsahu prvkov (zinok a meď) v doplnkových minerálnych prípravkoch Zinok – Walmark® a TrikrátSedemFeCuZn dvoma analytickými metódami.

Galvanostatická rozpúšťacia chronopotenciometria (SCP) je elektrochemická analytická metóda, ktorú možno použiť vo farmaceutickej a potravinárskej kontrolnej praxi nielen na stanovenie obsahu stopových prvkov v substanciiach, ktoré budú použité ako zložky vitamínových a minerálnych výživových doplnkov. Metóda spĺňa požadované analytické parametre na úspešné využitie pri stanovení stopových prvkov v analyzovaných vzorkách. Výsledky sú dobre reprodukovateľné, správnosť výsledkov je potvrdená dobrou koreláciou s výsledkami dosiahnutými nezávislou komparačnou metódou (RRFA) ako aj určením relatívnej odchýlky <5 % od skutočnej hodnoty hmotnostnej koncentrácie štandardného prídavku. SCP spĺňa aj ďalšie požadované analytické parametre: nízky detekčný limit 0,6 $\mu\text{g/l}$ pre Cu, 1,0 $\mu\text{g/l}$ pre Zn, široký pracovný rozsah 2–500 $\mu\text{g/l}$ pre Cu, 1–500 $\mu\text{g/l}$ pre Zn, (metrologické parametre pre danú metódu), rýchlosť analýzy.

Rádionuklidová röntgenofluorescenčná analýza (RRFA) je oficiálna metóda v Slovenskom liekopise 1 (SL1) ^{8, 9)} uvedená pod názvom Röntgenfluorescenčná spektrometria. Používa sa na stanovenie obsahu liečiv, farmaceutických pomocných látok, na základe stanovenia obsahu prv-

kov v nich, na stanovenie obsahu nečistôt v liečivách a farmaceutických pomocných látkach, pri určení pôvodu liečiv a farmaceutických pomocných látok, na stanovenie obsahu prvkov v liečivých rastlinách, kvasinkách a plesniach. Je vhodná pre analýzu vzoriek rôznych skupenstiev. Pri analýze kvapalných vzoriek je vhodná predúprava, ktorá bola v práci realizovaná pomocou chelatujúcich extrakčných membrán 3M Empore™. Po extrakcii stanovovaných prvkov Zn a Cu boli membrány analyzované metódou RRFA. Vo vzorkách Zinok – Walmark® a TrikrátSedem FeCuZn bol energetickou kalibráciou identifikovaný zinok ($K_{\alpha}=9,638$ keV, $K_{\beta}=9,571$ keV) a meď ($K_{\alpha}=8,047$ keV, $K_{\beta}=8,904$ keV). Kvantitatívne hodnotenie prípravku Zinok – Walmark® bolo vykonané použitím parametrov analytickej krivky (parametre analytickej krivky $y = a + bx$, pre Zn v rozsahu koncentrácií 10 až 100 $\mu\text{g}/250$ ml, $a=17,6915$, $b=18,4067$, korelačný koeficient $r=0,99870$). Kvantitatívne hodnotenie prípravku TrikrátSedemFeCuZn bolo vykonané pomocou pripraveného zmesného štandardu (1347 imp./10 μg Cu, 8406 imp./50 μg Zn). (Meranie za použitia zdroja žiarenia o aktivite 300 MBq.)

Výrobca udáva, že 1 tableta prípravku Zinok – Walmark® obsahuje 10 mg zinku. Metódou SCP bol stanovený obsah zinku 9960 $\mu\text{g}/tableta$, čo predstavuje odchýlku 0,40 % od obsahu zinku deklarovaným výrobcom. Obsah zinku v tomto prípravku stanovený pomocou RRFA bol 9670 $\mu\text{g}/tableta$, čo predstavuje odchýlku 3,30 % od obsahu zinku deklarovanom výrobcom.

Prípravok TrikrátSedemFeCuZn obsahuje 3330 μg zinku a 670 μg medi v jednej tablete.

Obsah týchto prvkov stanovených metódou SCP vykazoval odchýlky od deklarovaného obsahu pre zinok 0,42 % (3343,87 $\mu\text{g}/tableta$) a meď 0,51 % (673,43 $\mu\text{g}/tableta$). RRFA umožnila stanoviť oba prvky vedľa seba. Namerané výsledky pre zinok 3300 $\mu\text{g}/tableta$ sa líšia od obsahu uvedeným výrobcom o 0,90 %. Meď v tomto ohľade vykazovala odchýlku 1,49 % (660 $\mu\text{g}/tableta$).

ZÁVER

Na vzorkách bola zistená možnosť použiť metódu SCP na analýzu – Cu, Zn, ktoré sa nachádzajú v hromadne vyrábaných minerálnych a vitamínových výživových prípravkoch.

Merací postup bol verifikovaný porovnaním výsledkov získaných SCP a komparačnou metódou RRFA. Podľa Slovenského liekopisu by obsah účinnej látky v tabletách mal byť v rozpätí $\pm 5\%$. Túto podmienku namerané a vypočítané hodnoty obsahov jednotlivých prvkov v analyzovaných vzorkách výživových doplnkov, spĺňajú.

SCP a RRFA má všetky predpoklady pre jej využitie v kontrolnej farmaceutickej praxi pri analýze medi a zinku v polykomponentných prípravkoch.

Práca je súčasťou výskumného programu podporovaného v rámci grantovej úlohy č. 1/1196/04 grantovou agentúrou MŠ SR VEGA a FAF UK 1082/2004.

LITERATÚRA

1. Schlegel-Zawadzka, M., Zachwieja, Z., Huzior-Baajewicz, A., Pietrzyk, J. J.: Food Addit. Contam., 2002; 19, 963-968.
2. Inagari, K., Mikuriya, N. M, Morita, S.: Analyst, 2000; 125, 197-203.
3. Hlaváček, I., Hlaváčková, I.: Chem. Listy, 1993; 87, 600-612.
4. Bai, Y., Ruan, X. Y., Mo, J. Y., Xie, Y. Q.: Anal. Chim. Acta, 1998; 373, 39-46.
5. Van Leeuwen, H. P., Townm, R. M.: Environ. Sci. Technol., 2003; 37, 3945-3952.
6. Beinrohr, E., Čakrt, M., Dzurov, J. et al.: Electroanalysis, 1999; 11, 1137-1144.
7. Mader, P., Čurdová, E.: Chem. Listy, 1997; 91, 227-236.
8. Slovenský liekopis, 1. vyd., I. zväzok. Herba, Bratislava, 1997, s. 657.
9. Slovenský liekopis. 1 vyd., .II zväzok. Herba, Bratislava, 1999, s. 1400.
10. Tölgyessy, J., Havránek, E., Dejmková E.: Rádionuklidová röntgenofluorescenčná analýza vzoriek životného prostredia. Bratislava, Alfa, 1983, s. 203.
11. Alvarez, M. B., Malla, M. E., Batistoni, D. A.: Anal. Bioanal. Chem., 2004; 378, 438- 446.
12. 3M Empore – Generalguidelines for applications (Manual), Varian, USA, 1996.
13. Eckschlager, K., Horsák, I., Kodejš, E.: Vyhodnocování analytických výsledků a metod. Praha, STNL, 1980, 223 s.

Došlo 9. 12. 2005.

Přijato ke zveřejnění 11. 4. 2006.

RNDr. Alexandra Planková
Odbojárov 10, 832 32 Bratislava, SR
email: sasaplank@pobox.sk

LABOREXPO 2006

V Kongresovém centru Praha se
ve dnech 4. a 5. října 2006 uskuteční
Výstava laboratorní techniky, vybavení, pomůcek a služeb laboratoří –
LABOREXPO 2006.

Představí se více jak 50 dodavatelů vyspělé přístrojové techniky a moderního laboratorního vybavení pro všechny oblasti průmyslu, vědy a výzkumu, školství a služeb. Bude prezentována nejnovější přístrojová a měřicí technika, procesní zařízení, chemikálie a další pomůcky a vybavení nezbytné pro činnost chemických, fyzikálních a biochemických laboratoří, lékáren, chemických a farmaceutických provozů. Najdeme zde i poradenské firmy a společnosti zabývající se legislativou zaměřenou na tyto činnosti.

Součástí LABOREXPO 2006 je **odborný doprovodný program**, tentokrát ve spolupráci s Českou společností chemickou a Českou společností pro biochemii a molekulární biologii. Přednášky budou rozděleny do dvou bloků – *Moderní analytická chemie* a *Co víme o molekulární podstatě rakoviny*.

Další součástí výstavy budou dva **jednodenní kurzy HPLC** německé společnosti NOVIA.

První kurz „*Trouble-Shooting in HPLC*“ se uskuteční 4. října, druhý „*Optimization in HPLC*“ 5. října.

Oba kurzy jsou placené a Dr. Stavros Kromidas přednáší v angličtině.

Letošní ročník výstavy obohatí tzv. **Fórum služeb laboratoří** s cílem přiblížit návštěvníkům výstavy nabídky poskytovatelů laboratorních služeb, poradenství a nebo firem nabízejících servis laboratorní techniky.

Fórum bude organizováno formou posterů s možností vyložení letáků nebo tiskovin a bude určeno pro firmy, které dají přednost této formě účasti na výstavě, před vlastním výstavním stánkem.

Návštěvníci budou mít vstup na výstavu i doprovodný program zcela zdarma. Již nyní se však mohou zaregistrovat k návštěvě výstavy a získat tak možnost zasílání novinek z příprav výstavy, katalog výstavy před jejím začátkem a v neposlední řadě i poukaz na drobné občerstvení.

www.laborexpo.cz

Organizátorem výstavy je redakce CHEMagazínu, časopisu zaměřeného na chemicko-technologickou a laboratorní praxi.