

LABORATORNÍ PŘÍSTROJE A POSTUPY

ON-LINE PREKONCENTRACE NA ROZHRANÍ ELEKTROLYTŮ O RŮZNÉM pH ANEB KRÁSA KAPILÁRNÍ ELEKTROFORÉZY

JAN PETR*, VÍTĚZSLAV MAIER, JOANNA
ZNALEZIONA, KATEŘINA VÍTKOVÁ,
VÁCLAV RANC a JURAJ ŠEVČÍK

*Katedra analytické chemie, Přírodovědecká fakulta, Uni-
verzita Palackého v Olomouci, Třída Svobody 8, 771 46
Olomouc
secjpetr@gmail.com*

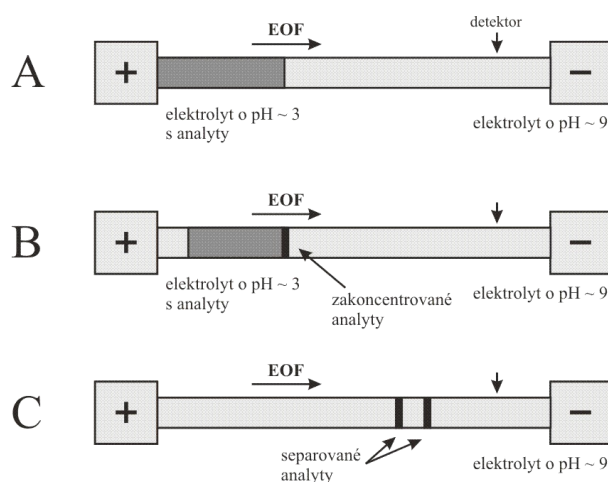
Došlo 27.9.07, přepracováno 2.7.08, přijato 25.8.08.

Klíčová slova: kapilární elektroforéza, prekoncentrace,
fenolické kyseliny

Úvod

Kapilární elektroforéza patří mezi moderní vysoko-
účinné separační techniky, kde je separace založena na
rozdílných rychlostech pohybu iontů v elektrickém poli^{1–3}.
Její využití sahá od analýzy malých molekul jako jsou
anorganické^{4–6} i organické ionty^{7–9} až po analýzu složitých
biomolekul, jako jsou proteiny^{10–12}, polysacharidy^{13–14} či
fragmenty nukleových kyselin^{15–17}. Za zmínku rovněž stojí
význam kapilární elektroforézy v projektu sekvenace lidské-
ho genomu^{18,19}, v aplikacích metabolického výzkumu^{20–22}
nebo pro analýzy mikroorganismů^{23–25} a jednotlivých orga-
nel buňky^{26,27}.

Krása kapilární elektroforézy nespočívá pouze
v širokých možnostech aplikace této techniky, ale
i v možnosti jednoduchého a účinného ovlivňování separa-
ce přidávkem určitého selektoru do základního elektrolytu
(navíc v malém množství, protože objem kapiláry se pohy-
buje v desítkách nanolitů)^{2,28–30}. Dalším kouzlem kapilár-
ní elektroforézy je možnost volby sledu elektrolytů, resp.
kroků separace, které vedou ke zkoncentrování analytů, ale
zároveň i k jejich separaci³¹. Metody, které se používají
pro tyto tzv. „on-line“ prekoncentrace, je možné rozdělit



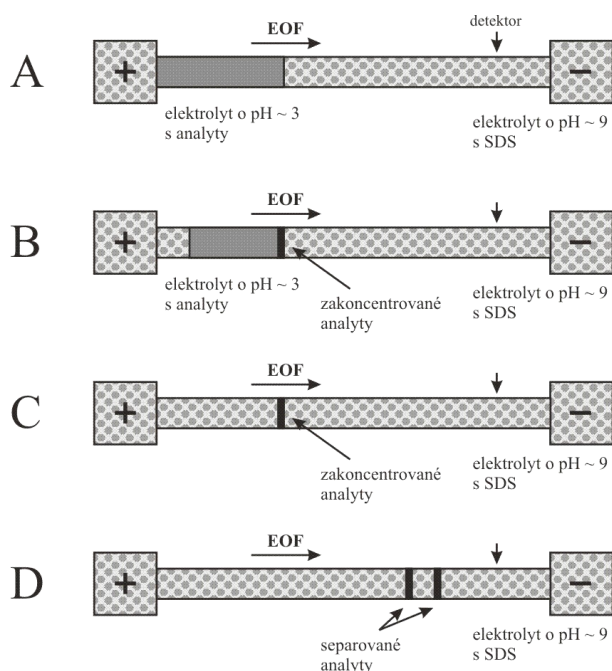
Obr. 1. Schéma prekoncentrace na rozhraní elektrolytů o
různém pH („dynamic pH junction“)

do několika velkých skupin: metody zkoncentrování zesí-
lením pole („stacking“ metody), metody využívající izota-
choforetický stav, metody nametání („sweeping“ metody)
a metody prekoncentrování na přechodném rozhraní pH
(„dynamic pH junction“ metody). Všechny tyto metody
byly popsány v řadě monografií^{2,32–39} a přehledných člán-
ků^{31,40–46}.

Z uvedeného je velice zajímavá metoda prekoncentra-
ce na rozhraní elektrolytů o různém pH (tzv. přechodné
rozhraní pH), kterou poprvé použil Britz-McKibbin⁴⁷ na
základě pozorování uvedeného v práci Aebersolda (cit.⁴⁸).
Princip metody je pro aniontové analyty uvedený na
obr. 1. Analyt je v elektrolytu o pH 3 nenabitý a je unášen
elektroosmotickým tokem (1A), na rozhraní elektrolytů
disociuje a začne se pohybovat k anodě. Opětovným vstu-
pem do zóny o pH 3 se neutralizuje náboj analytu a děj se
opakuje; tak vzniká úzká prekoncentrovaná zóna (1B). Po
ukončení prekoncentrace se analyty rozdělí zónovou elek-
troforézou (1C).

Zajímavá alternativa k metodě prekoncentrace na
rozhraní elektrolytů o různém pH byla publikována o dva
roky později⁴⁹, jde o metodu kombinující metodu prekon-
centrace neutrálních látek, tzv. nametání pomocí micelár-
ního prostředí („sweeping“) a metodu prekoncentrace na
přechodném pH rozhraní (viz obr. 2). Metodika prekon-
centrace je podobná; opět aniontové analyty disociují na
rozhraní elektrolytů, ovšem zároveň se i rozdělují mezi

* Jan Petr získal cenu Shimadzu 2006.



Obr. 2. Schéma prekoncentrace na rozhraní elektrolytů o různém pH v kombinaci s nametáním („dynamic pH junction – sweeping“)

Tabulka I

Přehled aplikací metody prekoncentrace na rozhraní elektrolytů o různém pH

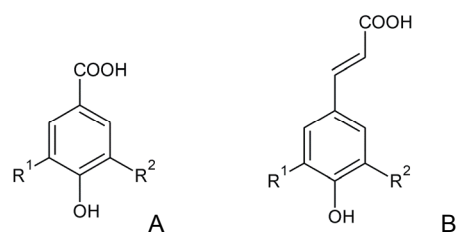
Analyty	Lit.
Katecholaminy	47
Nitrofenoly, kresoly	50
Proteiny	51-55
Ethynylestradiol	56
Flaviny	49, 57, 58
Deriváty anilinu	59
Purinové a pyrimidinové deriváty	60-64
Serotonin	65
Barbituráty, pesticidy	66, 67
Lovastatin	68
Aminokyseliny	69-72
Aminy	73
Sloučeniny arsenu	74, 75
Muramová kyselina, 2,6-diaminoheptandiová kyselina	76
Pyrolizidinové alkaloidy	77

micely a volný elektrolyt (před zkoncentrování analytu vzniká nefokusovaná zóna). Separace analytů pak probíhá metodou micelární elektrokinetické chromatografie.

Obě blíže prezentované metody se od svého vzniku

poměrně rozšířily a dodnes bylo publikováno již několik desítek prací zabývajících se těmito tématy; stručný přehled aplikací těchto metod přináší tabulka I. Zajímavá alternativa k oběma metodám byla vyvinuta v naší laboratoři pro analýzu benzoové a sorbové kyseliny (cit. ⁷⁸⁻⁸⁰); jde o metodu kombinující mechanismus prekoncentrace na rozhraní elektrolytů o různém pH (elektrokinetická akumulace analytu) a mechanismus separace micelární elektrokinetickou chromatografií (mobilizace analytu). Modelováním s použitím programu Simul 5.0 (cit. ⁷⁸) bylo prokázáno, že na pohyblivém rozhraní elektrolytů se analyt neutralizuje a vytvoří se jeho ostré zóny. Mobilizace mechanismem rozdělování neutrálního analytu mezi micely natrium dodecylsulfátu a volný elektrolyt pak vede k rozmývání piků.

V této práci se zabýváme on-line prekoncentrací metodou elektrokinetické akumulace a separací sedmi významných fenolických kyselin: 4-hydroxybenzoové, syringové, vanilové, kumarinové, kávové, ferulové a sinapové kyseliny (struktury viz obr. 3). Zároveň ukazujeme, že lze naší navrženou prekoncentrační metodu použít i pro analýzu poměrně složitých reálných vzorků.



Obr. 3. Struktury fenolických kyselin; A) $R^1 = R^2 = H$, 4-hydroxybenzoová kyselina; $R^1 = CH_3$, $R^2 = H$, syringová kyselina; $R^1 = H$, $R^2 = OCH_3$, vanilová kyselina; B) $R^1 = R^2 = H$, kumarinová kyselina; $R^1 = H$, $R^2 = OH$, kávová kyselina; $R^1 = OCH_3$, $R^2 = H$, ferulová kyselina; $R^1 = OCH_3$, $R^2 = OCH_3$, sinapová kyselina

Experimentální část

Chemikálie a aparatura

Složky základních elektrolytů: kyselina fosforečná, kyselina boritá, hydroxid sodný a natrium dodecylsulfát (SDS), a standardy analytů: kyselina 4-hydroxybenzoová, syringová, vanilová, kumarinová, kávová, ferulová a sinapová byly zakoupeny od firmy Sigma (St. Louis, USA) v čistotě p.a. Měření bylo prováděno na přístroji HP^{3D} CE (Agilent Technologies, Waldbronn, Germany) s detektorem s diodovým polem snímajícím při 200 nm. Pro měření byla použita nepokrytá křemenná kapilára (CACO-Silica Tubing and Optical Fibers, Slovenská republika) s vnitřním průměrem 50 μm o celkové délce 48,5 cm a efektivní délce 40 cm. Kapilára byla termostatována na 25 $^{\circ}C$. Aplikované dávkovací a separační napětí bylo -10 kV. Každý den byla kapilára kondicionována pro-

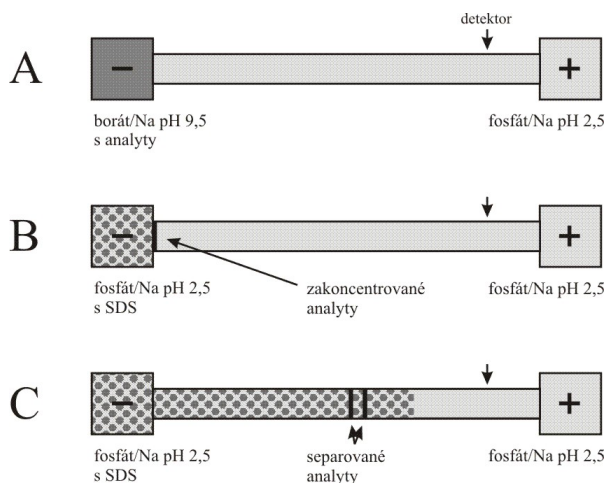
mytím 0,1 M-NaOH (5 min), vodou (10 min) a základním elektrolytem (15 min). Mezi měřeními byla kapilára promývána vodou (5 min) a základním elektrolytem (5 min). Základní elektrolyty byly připraveny rozpuštěním vypočteného množství kyseliny v deionizované vodě, pH bylo upraveno hydroxidem sodným; mobilizační elektrolyt byl připraven přidáním natrium dodecylsulfátu k připravenému elektrolytu. Vzorky byly rozpuštěny v borátovém elektrolytu o pH 9,5.

Příprava reálného vzorku

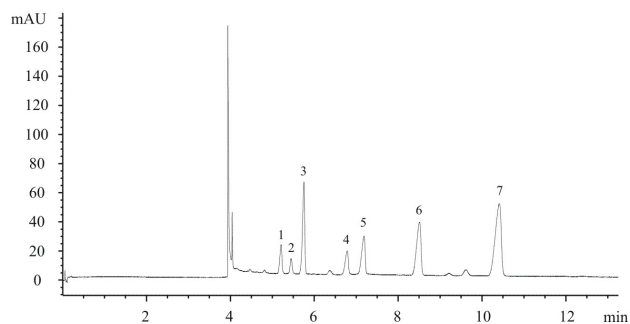
Pro přípravu extraktu majoránky zahradní (*Majorana hortensis* L.) byla použita vysokotlaká extrakce rozpouštědlem: 1,0000 g sušeného homogenizovaného rostlinného materiálu bylo naváženo přímo do extrakční patry (22 ml) a extrahováno acetonem při teplotě 150 °C a tlaku 15 MPa, dvěma statickými extrakčními cykly (2×10 min) na automatickém extraktoru *one* PSE (Applied Separations, Allentown, USA). Extrakty byly jímány do skleněných vialek, zkoncentrovány pod dusíkem, rozpuštěny ve směsi voda-methanol (90:10, v/v) a přefiltrovány přes filtr Microcon YM-10, Regenerated Cellulose 10 000 (Millipore Corporation, Bedford, USA). Takto získané extrakty byly rozpuštěny v dávkovacím elektrolytu o pH 9,5.

Výsledky a diskuse

Studované fenolické kyseliny mají hodnoty pK_a v rozmezí 4,0–4,7. Z uvedených hodnot můžeme odhadovat jejich elektroforetické chování: v elektrolytech s nízkým pH budou vystupovat jako nenabitě a separovatelné mechanismem micelární elektrokinetické chromatografie, zatímco v elektrolytech s vysokým pH se budou



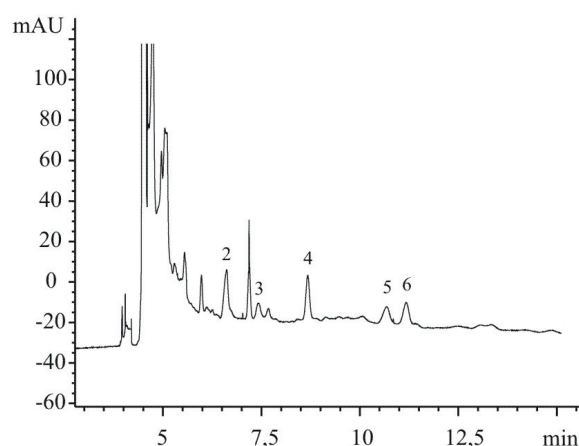
Obr. 4. Schéma akumulací/mobilizační techniky prekoncentrace



Obr. 5. Analýza standardů fenolických kyselin kapilární elektroforézou; 1 sinapová, 2 ferulová, 3 kumarínová, 4 kávová, 5 syringová, 6 vanilová, 7 4-hydroxybenzoová kyselina; dávkovací elektrolyt 50 mmol l⁻¹ borát sodný pH 9,5, základní elektrolyt 50 mmol l⁻¹ fosfát sodný pH 2,5; mobilizační elektrolyt 50 mmol l⁻¹ fosfát sodný pH 2,5 s 100 mmol l⁻¹ SDS, elektrokinetické dávkování 10 min při -10 kV; separace při -10 kV; koncentrace standardů 50 ng ml⁻¹

chovat jako anionty a budou separovatelné zónovou elektroforézou. Rozdíl v jejich disociaci umožňuje navrhnout prekoncentrační systém založený na spojení dvou elektrolytů o různém pH (obr. 4). Fenolické kyseliny jsou rozpuštěny v dávkovacím elektrolytu o pH 9,5 umístěném v dávkovací vialce. Aplikací napětí migrují do rozhraní elektrolytů o různém pH vytvořeného přítomností základního elektrolytu o pH 2,5 v kapiláře. Na vytvořeném pohyblivém rozhraní jsou kyseliny neutralizovány a zkoncentrovány (akumulační část). Po zkoncentrování výměnou dávkovacího elektrolytu za elektrolyt mobilizační o pH 2,5 obsahující SDS v koncentraci větší než je kritická micelární koncentrace, probíhá separace fenolických kyselin.

Námi navržený systém se skládá ze základního fosfátového elektrolytu o pH 2,5, mobilizačního fosfátového



Obr. 6. Analýza extraktu majoránky kapilární elektroforézou; podmínky separace stejné jako u analýz na obr. 5 vyjma elektrokinetického dávkování: 30 min při -10 kV

Tabulka II
Charakteristiky kalibrační závislosti

Kyselina	Rovnice kalibrační závislosti	R^2	LOD [ng ml ⁻¹]
Sinapová	$y = 1,32x + 0,352$	0,989	2,2
Ferulová	$y = 2,79x + 0,876$	0,991	4,2
Kumarinová	$y = 1,94x + 0,521$	0,980	0,7
Kávová	$y = 2,13x + 0,936$	0,993	2,0
Syringová	$y = 3,19x + 1,128$	0,962	1,1
Vanilová	$y = 1,09x + 0,038$	0,973	0,6
4-Hydroxybenzoová	$y = 1,84x + 1,297$	0,957	0,4

tového elektrolytu o pH 2,5 s SDS a dávkovacího borátového elektrolytu o pH 9,5. Dávkování probíhá určitou dobu (10–30 min) při –10 kV, analýza při –10 kV. Analýza standardů o koncentraci 50 ng ml⁻¹ při desetiminutovém dávkování je znázorněna na obr. 5. Kalibrační závislosti jsou lineární v oblasti 2–100 ng ml⁻¹ při třicetiminutovém dávkování s koeficienty determinace 0,957–0,993 (viz tab. II). Proti klasické metodě založené na hydrodynamickém dávkování analytu do základního fosfátového elektrolytu a SDS mobilizaci dosahuje prezentovaná metoda 720× až 5560× nižší limit detekce (při elektrokinetickém dávkování po dobu 30 min). Navržená akumulací/mobilizační metoda prekoncentrace byla rovněž s úspěchem testována na vzorku extraktu z majoránky (příklad analýzy je na obr. 6).

Závěr

V této práci byla navržena nová akumulací/mobilizační metoda pro prekoncentraci slabých kyselin kapilární elektroforézou. Analýza touto metodou umožňuje dosáhnout až 5560× nižší limit detekce než klasickou metodou micelární elektrokinetické chromatografie bez prekoncentrace. Zároveň je možno stanovit fenolické kyseliny i v poměrně složitých maticích, jak bylo ukázáno na extraktu z majoránky.

Autoři děkují Ministerstvu školství mládeže a tělovýchovy (Výzkumný záměr MSM6198959216) a Grantové agentuře České republiky (grant 203/07/P233) za finanční podporu práce.

LITERATURA

1. Kašička V.: Chem. Listy 91, 320 (1997).
2. Khaledi M. G. (ed.): *High-Performance Capillary Electrophoresis. Theory, Techniques, and Applications*. J. Wiley, New York 1998.
3. Everaerts F. M., Beckers J. L., Verheggen T. P. E. M.: *Isotachopheresis. Theory, Instrumentation and Applications*. Elsevier, Amsterdam 1976.
4. Timerbaev A. R.: Electrophoresis 25, 4008 (2004).
5. Timerbaev A. R., Hirokawa T.: Electrophoresis 27, 323 (2006).
6. Pacáková V., Coufal P., Štulík K., Gaš B.: Electrophoresis 24, 1883 (2003).
7. Ramautar R., Somsen G. W., de Jong G. J.: Anal. Bioanal. Chem. 387, 293 (2007).
8. Tanyanyiwa J., Abad-Villar E. M., Hauser P. C.: Electrophoresis 25, 903 (2004).
9. Padarauskas A.: Anal. Bioanal. Chem. 384, 132 (2006).
10. Kašička V.: Electrophoresis 27, 142 (2006).
11. Schiffer E., Mischak H., Novak J.: Proteomics 6, 5615 (2006).
12. Hsieh Y.-L., Chen T.-H., Liu C.-Y.: Electrophoresis 27, 4288 (2006).
13. Kabel M. A., Heijnis W. H., Bakx E. J., Kuijpers R., Voragen A. G. J., Schols H. A.: J. Chromatogr., A 1137, 119 (2006).
14. Lamb D. H., Lei Q. P., Hakim N., Rizzo S., Cash P.: Anal. Biochem. 338, 263 (2005).
15. Willems A. V., Deforce D. L., Van Peteghem C. H., Van Bocxlaer J. F.: Electrophoresis 26, 1221 (2005).
16. Sang F., Ren J.: J. Sep. Sci. 29, 1275 (2006).
17. Huang F.-C., Liao C.-S., Lee G.-B.: Electrophoresis 27, 3297 (2006).
18. Gödde R., Akkad D.-A., Arning L., Dekomien G., Herchenbach J., Kunstmann E., Meins M., Wiczorek S., Epplen J. T., Hoffjan S.: Electrophoresis 27, 939 (2006).
19. Fredlake C. P., Hert D. G., Mardis E. R., Barron A. E.: Electrophoresis 27, 3689 (2006).
20. Adam T., Friedecký D., Fairbanks L. D., Ševčík J., Barták P.: Clin. Chem. 45, 2086 (1999).
21. Van Dyck S., Kaale E., Nováková S., Glatz Z., Hogmartens J., Van Schepdael A.: Electrophoresis 24, 3868 (2003).
22. Telnarová M., Vytisková S., Chaloupková R., Glatz Z.: Electrophoresis 25, 290 (2004).
23. Rodriguez M. A., Armstrong D. W.: J. Chromatogr., B 800, 7 (2004).
24. Kremser L., Blaas D., Kenndler E.: Electrophoresis 25, 2282 (2004).
25. Szumski M., Klodzińska E., Buszewski B.: J. Chromatogr., A 1084, 186 (2005).

26. Whiting C. E., Arriaga E. A.: *Electrophoresis* 27, 4523 (2006).
27. Fuller K. M., Arriaga E. A.: *Anal. Chem.* 75, 2123 (2003).
28. Ševčík J., Tesařová E., Stránský Z.: *Chem. Listy* 95, 139 (2001).
29. Maier V., Horáková J., Petr J., Drahoňovský D., Ševčík J.: *J. Chromatogr., A* 1103, 337 (2006).
30. Righetti P. G., Gelfi C., Verzola B., Castelletti L.: *Electrophoresis* 22, 603 (2001).
31. Lin C.-H., Kaneta T.: *Electrophoresis* 25, 4058 (2004).
32. Landers J. P. (ed.): *Handbook of Capillary Electrophoresis*. CRC Press, Boca Raton 1997.
33. Lunn G. (ed.): *Capillary Electrophoresis Methods for Pharmaceutical Analysis*. J. Wiley, New York 2000.
34. Baker D. R.: *Capillary Electrophoresis*. J. Wiley, New York 1995.
35. Camilleri P. (ed.): *Capillary Electrophoresis. Theory and Practice*. CRC Press, Boca Raton 1998.
36. Righetti P. G. (ed.): *Capillary Electrophoresis in Analytical Biotechnology*. CRC Press, Boca Raton 2000.
37. Rathore A. S., Guttman A. (ed.): *Electrokinetic Phenomena*. Marcel Dekker, New York 2004.
38. Delgado A. V. (ed.): *Interfacial Electrokinetics and Electrophoresis*. Marcel Dekker, New York 2002.
39. Guzman N. A. (ed.): *Capillary Electrophoresis Technology*. Marcel Dekker, New York 1993.
40. Horáková J., Maier V., Ševčík J.: *Chem. Listy* 100, 163 (2006).
41. Malá Z., Křivánková L., Gebauer P., Boček P.: *Electrophoresis* 28, 243 (2007).
42. Beckers J. L., Boček P.: *Electrophoresis* 21, 2747 (2000).
43. Chien R.-L.: *Electrophoresis* 24, 486 (2003).
44. Monton M. R. N., Terabe S.: *J. Chromatogr., B* 841, 88 (2006).
45. Urbánek M., Křivánková L., Boček P.: *Electrophoresis* 24, 466 (2003).
46. Petr J., Maier V., Horáková J., Ševčík J., Stránský Z.: *J. Sep. Sci.* 29, 2705 (2006).
47. Britz-McKibbin P., Chen D. D. Y.: *Anal. Chem.* 72, 1242 (2000).
48. Aebersold R., Morrison H. D.: *J. Chromatogr.* 516, 79 (1990).
49. Britz-McKibbin P., Otsuka K., Terabe S.: *Anal. Chem.* 74, 3736 (2002).
50. Kim J.-B., Britz-McKibbin P., Hirokawa T., Terabe S.: *Anal. Chem.* 75, 3986 (2003).
51. Wang S.-J., Tseng W.-L., Lin Y.-W., Chang H.-T.: *J. Chromatogr., A* 979, 261 (2002).
52. Nesbitt C. A., Lo J. T.-M., Yeung K. K.-C.: *J. Chromatogr., A* 1073, 175 (2005).
53. Monton M. R. N., Imami K., Nakanishi M., Kim J.-B., Terabe S.: *J. Chromatogr., A* 1079, 266 (2005).
54. Bessonova E. A., Kartsova L. A., Shmukov A. U.: *J. Chromatogr., A* 1150, 332 (2007).
55. Imami K., Monton M. R. N., Ishihama Y., Terabe S.: *J. Chromatogr., A* 1148, 250 (2007).
56. Britz-McKibbin P., Ichihashi T., Tsubota K., Chen D. D. Y., Terabe S.: *J. Chromatogr., A* 1013, 65 (2003).
57. Britz-McKibbin P., Markuszewski M. J., Iyanagi T., Matsuda K., Nishioka T., Terabe S.: *Anal. Biochem.* 313, 89 (2003).
58. Su A.-K., Chang Y.-S., Lin C.-H.: *Talanta* 64, 970 (2004).
59. Kim J.-B., Okamoto Y., Terabe S.: *J. Chromatogr., A* 1018, 251 (2003).
60. Britz-McKibbin P., Beaulat G. M., Chen D. D. Y.: *Anal. Chem.* 72, 1729 (2000).
61. Britz-McKibbin P., Terabe S.: *J. Chromatogr., A* 1000, 917 (2003).
62. Britz-McKibbin P., Nishioka T., Terabe S.: *Anal. Sci.* 19, 99 (2003).
63. Mei S. R., Yao Q. H., Cai L. S., Xing J., Xu G. W., Wu C. Y.: *Electrophoresis* 24, 1411 (2003).
64. Markuszewski M. J., Britz-McKibbin P., Terabe S., Matsuda K., Nishioka T.: *J. Chromatogr., A* 989, 293 (2003).
65. Smadja C., Le Potier I., Chaminad P., Jacquot C., Trouvin J. H., Taverna M.: *Chromatographia* 58, 79 (2003).
66. Wang Q.-L., Fan L.-Y., Zhang W., Cao C.-X.: *Anal. Chim. Acta* 580, 200 (2006).
67. Fan L., Liu L., Chen H., Chen X., Hu Z.: *J. Chromatogr., A* 1062, 133 (2005).
68. Li M., Fan L.-Y., Zhang W., Cao C.-X.: *Anal. Bioanal. Chem.* 387, 2719 (2007).
69. Shih C.-M., Lin C.-H.: *Electrophoresis* 26, 3495 (2005).
70. Cao C.-X., He Y.-Z., Li M., Qian Y.-T., Gao M.-F., Ge L.-H., Zhou S.-L., Yang L., Qu Q.-S.: *Anal. Chem.* 74, 4167 (2002).
71. Cao C.-X., He Y.-Z., Li M., Qian Y.-T., Yang L., Qu Q.-S., Zhou S.-L., Chen W.-K.: *J. Chromatogr., A* 952, 39 (2002).
72. Lee R., Ptolemy A. S., Niewczas L., Britz-McKibbin P.: *Anal. Chem.* 79, 403 (2007).
73. Hsieh M.-M., Chang H.-T.: *Electrophoresis* 26, 187 (2005).
74. Yin X.-B.: *Electrophoresis* 25, 1837 (2004).
75. Jaafar J., Irwan Z., Ahamad R., Terabe S., Ikegami T., Tanaka N.: *J. Sep. Sci.* 30, 391 (2007).
76. Ptolemy A. S., Le Bihan M., Britz-McKibbin P.: *Electrophoresis* 26, 4206 (2005).
77. Yu L., Li S. F. Y.: *Electrophoresis* 26, 4360 (2005).
78. Horáková J., Petr J., Maier V., Tesařová E., Veis L., Armstrong D. W., Gaš B., Ševčík J.: *Electrophoresis* 28, 1540 (2007).
79. Horáková J., Petr J., Maier V., Znaležiona J., Staňová A., Marák J., Kaniánsky D., Ševčík J.: *J. Chromatogr., A* 1155, 193 (2007).
80. Petr J., Vítková K., Ranc V., Znaležiona J., Maier V., Knob R., Ševčík J.: *J. Agric. Food Chem.* 56, 3940 (2008).

J. Petr, V. Maier, J. Znalezona, K. Vítková, V. Ranc, and J. Ševčík (*Department of Analytical Chemistry, Palacký University, Olomouc*): **On-line Preconcentration on pH Boundary – the Beauty of Capillary Electrophoresis**

The beauty of capillary electrophoresis is shown on preconcentration of some phenolics. The method is based

on the electrokinetic injection of phenolics into a sodium borate electrolyte (pH 9.5) at the pH boundary formed by sodium phosphate (pH 2.5) followed by mobilization and separation by replacing the injection vial with the vial containing micellar environment. This technique allows determination of nanomolar concentrations of phenolics.



SPECIALISTA PRODEJE A MARKETINGU

Náplň práce:

- Realizace jednotlivých obchodních případů
- Zajištění zákaznického servisu
- Marketing a prodej přiděleného portfolia výrobků
- Účast na tvorbě marketingové strategie společnosti
- Marketingové průzkumy, monitoring a vyhodnocování konkurenčních aktivit
- Udržování a posilování dobrého jména společnosti

Požadavky:

- VŠ vzdělání – chemie, biochemie, případně farmacie
- Angličtina – schopnost plynule hovořit, ostatní jazyky vítány (např. němčina, španělština)
- Schopnost práce s PC
- Min. 3 roky praxe v obchodu a marketingu, nejlépe v zahraniční společnosti
- Výborné komunikační dovednosti
- Flexibilita, ochota učit se novým věcem
- Týmový hráč
- Řidičský průkaz B
- Nástup ihned

Co nabízíme:

- Finanční ohodnocení odpovídající dosaženým výsledkům
- Odborné vzdělávání v rámci dynamického a vysoce motivovaného pracovního týmu
- Mobilní telefon
- Zázemí mezinárodní společnosti se sídlem v USA
- 5 týdnů dovolené