891 ~ 896

DOI: 10.3724/SP. J. 1096.2014.40010

# 体内 *D*-酸性氨基酸分析的 自动二维手性高效液相色谱法的建立及应用

# 韩海\* 王启钦 吴慧慧 王欢

(暨南大学药学院 广州 510632)

摘 要 D-酸性氨基酸的生理功能和疾病标志物作用已逐渐成为代谢组学和创新药物开发的研究热点,本研究利用硅胶基质 ODS 整体柱为第一维分离色谱柱,乙腈-三氟醋酸-水(9: 0.05: 92,V/V)为流动相;Chiralpak QD-1-AX 微径手性色谱柱为第二维手性分离柱,I0 mmol/L 柠檬酸的甲醇-乙腈(50: 50,V/V)溶液为流动相 I4-氟-I-硝基-2,I3-苯并氧杂恶二唑(NBD)-I-衍生化荧光法检测,建立了二维手性高效液相色谱全自动分析系统。本系统实现了对生物样品中酸性氨基酸异构体的高效快速分离(I8, I8, I9, I8, I9, I9,

关键词 D-酸性氨基酸 异构体 全自动 二维高效液相色谱 快速老化小鼠亚系 1

# 1 引言

几乎所有构成蛋白质的氨基酸都可以分为 D-型和 L-型。自 1980 年起 ,数种内源性 D-型氨基酸被 发现微量存在于人类和哺乳动物的体液和组织中,并发挥着重要的生理作用 $^{[1]}$ ,如 D-天门冬氨酸  $(D-Asp)^{[2]}$ 和  $D-Asp)^{[3]}$ 等酸性氨基酸。D-D型酸性氨基酸的生理功能和疾病标志物作用已逐 渐成为代谢组学和创新药物开发的研究热点。然而,在体内分析中,由于大量存在的L型氨基酸和极 性内源性干扰物的影响 样品中酸性氨基酸 D L 体的高选择性同时快速定量分析较难实现 其生理作 用也难以进一步阐明。为进一步研究酸性氨基酸的代谢组学,有必要建立其高选择性和高灵敏度的体 内自动分析方法。目前 酸性氨基酸的异构体的体内分析方法主要有气相色谱法 $(GC)^{[4]}$ ,高效液相色 谱法(HPLC)[5~10],毛细管电泳法(CE)[11]和胶束电动毛细管色谱法(MEKC)[12]等,但多存在专属性 不足[47,11,12] ,灵敏度不高[4,6~8]线性范围较窄[9] ,衍生化反应操作繁琐[4,7] 等不足。二维 HPLC 方法具 有较高的专属性 而现有的酸性氨基酸的异构体的体内分析的二维 HPLC 方法较为耗时 且异构体分离 度不高<sup>[5]</sup>。本研究考察了多种手性固定相,并以奎尼丁型手性色谱柱配合硅胶基质 ODS 整体柱,采用 4-氟7-硝基2 1 3-苯并氧杂噁二唑(NBD-F) 柱前衍生化荧光检测 ,建立了体内样品中酸性氨基酸 D L体的同时分离和定量分析的二维手性 HPLC 法 全过程实现了自动化控制和定量值的在线确证 其分析 速度、异构体色谱峰峰型、分离度和方法灵敏度均优于已报道方法。本方法应用于疾病模型动物体液和 组织中酸性氨基酸异构体的分析,首次观察到快速老化小鼠模型 SAMP1 胸腺和脾脏组织中 D-天门冬 氨酸的增高趋势。

## 2 实验部分

#### 2.1 仪器与试剂

NANOSPACE SI-2 高效液相色谱仪及 3013 型荧光检测器 3033 型自动进样器(日本资生堂公司); Micro Smash ™ MS-100R 微量组织匀浆机(日本 Tomy 公司); 硅胶基质 ODS 整体柱(750 mm ×

<sup>2014-01-03</sup> 收稿;2014-03-06 接受

本文系国家自然科学基金(No. 81202499)及广东高校优秀青年创新人才培育计划(No. 2012LYM\_0020)资助项目

<sup>\*</sup> E-mail: thanhaik@ jnu. edu. cn

0.53 mm ,日本资生堂公司); Sumichiral OA-2000S ,OA-2500S ,OA-3100S , OA-3300S ,OA-4600SS ,OA-4700SR 手性色谱柱(250 mm × 1.5 mm 5 μm ,日本住友化学公司); Chiralpak QN-1-AX ,QD-1-AX 手性色谱柱(150 mm × 1.5 mm 5 μm ,法国 Chiral Technologies Europe 公司)。天门冬氨酸、谷氨酸外消旋体及*D-L*-体对照品(纯度均大于99.6% ,日本和光公司); NBD-F(美国 Sigma 公司); 甲醇、乙腈均为色谱纯; 柠檬酸、硼酸、三氟醋酸均为市售分析纯。

## 2.2 实验动物

雄性 7 周龄快速老化 SAMP1 小鼠及同龄正常老化小鼠 SAMR1 (日本京都大学竹田研究所)在 SPF级环境饲养 3 只/笼,自由活动、饮水和进食。

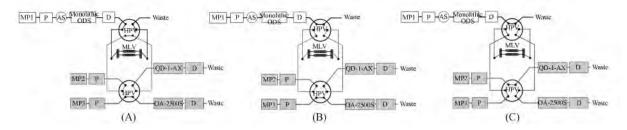
#### 2.3 实验方法

- **2.3.1** 酸性氨基酸的柱前衍生化反应 于 2 mL 棕色离心管中分别加入 0.125  $\mu$ mol/L 各氨基酸异构体标准品水溶液 10  $\mu$ L 硼酸钠缓冲溶液 (pH 8.0) 10  $\mu$ L 及 20 mmol/L NBD-F 乙腈溶液 10  $\mu$ L 漩涡振荡后置于 60 ℃水浴中加热 2 min .立即加入 2% 三氟醋酸溶液 95  $\mu$ L 终止反应 .取 1  $\mu$ L 进样测定。
- 2.3.2 分离酸性氨基酸异构体手性柱的考察 分别以 Pirkle 型 Sumichiral OA-2000S ,OA-2500S ,OA-3100S ,OA-3300S ,OA-4600SS ,OA-4700SR 和离子交换型 Chiralpak QN-1-AX ,QD-1-AX 手性柱(其固定相化学结构见图 1) 为色谱柱 ,含 5 mmol/L 柠檬酸的甲醇-乙腈(50: 50 ,V/V) 溶液为流动相 ,柱温: 40  $^{\circ}$  炭光检测波长为  $\lambda_{ex}$  = 470 nm ,  $\lambda_{em}$  = 530 nm 。

#### 图 1 Pirkle 型手性固定相和离子交换固定相的结构图

Fig. 1 Structures of Pirkle type and anion exchange type chiral stationary phases

2.3.3 色谱系统 第一维采用硅胶基质 ODS 整体柱(500 mm × 0.53 mm) 流动相为乙腈—三氟醋酸—水(9: 0.05: 92 , V/V) 柱温:40 °C 流速:20  $\mu$ L/min。第二维采用 Chiralpak QD-1-AX 手性柱(150 mm × 1.5 mm 5  $\mu$ m ) 为分析柱 流动相为含 10 mmol/L 柠檬酸的甲醇—乙腈溶液(50: 50 , V/V) 且并联一根 Sumichiral OA-2500S 手性柱(250 mm × 1.5 mm 5  $\mu$ m )用于确证生物样品中 D-酸性氨基酸的含量 流动相为含 5 mmol/L 柠檬酸的甲醇—乙腈(50: 50 , V/V)溶液 柱温:40 °C ,流速:200  $\mu$ L/min。第一维及第二维荧光检测波长均为  $\lambda_{ex}$  = 470 nm ,  $\lambda_{em}$  = 530 nm。两维之间采用多环阀装置连接 ,色谱系统的构成图见图 2。在经过第一维反相分离后 ,NBD-Asp 的流出部分被收集到第一环中(图 2A) ,之后迅速被切入第二维的 QD-1-AX 或 OA-2500S 手性柱中进行分析(图 2B); NBD-Glu 的流出部分被收集到第二环中,持 NBD-Asp 的第二维分析结束后再切入第二维的 QD-1-AX 或 OA-2500S 手性柱中进行分析(图



#### 图 2 全自动二维手性 HPLC 装置图

Fig. 2 Flow diagram of the full automatic 2D-HPLC system

MP. 流动相(Mobile phase); W. 冲洗液(Washing solution); P. 泵(Pump); AS. 自动进样器(Auto sampler); D. 检测器(Detector); HPV. 高压切换阀(High pressure valve); MLV. 多环阀装置(Multi-loop valve)。
2C)。

2.3.4 生物样品的前处理 取实验用 SAMP1 和 SAMR1 小鼠 ,用 0.125~mg/g 体重用量的苯巴比妥麻醉 腹部静脉抽血处死 ,迅速摘除胸腺和脾脏组织 取适量精密称重 ,置于 2~mL 离心管中 ,按每 mg 组织重量  $20~\mu L$  比例加入甲醇 ,再加入钢珠 1~ 粒 ,于微量组织匀浆机中于 4~ ℃ 匀浆 2~ min ,匀浆速度为 3500~ r/min。所得混旋液离心 10~ min 转速为 13400~ r/min ,取上清液 10~  $\mu L$  置于 2~ mL 棕色离心管中 ,于 40~ ℃减压干燥得残渣。残渣中加入超纯水 10~  $\mu L$  ,加硼酸钠缓冲溶液 (pH~8.0)~10~  $\mu L$  及 20~ mmol/L NBD-F 乙腈溶液 10~  $\mu L$  ,漩涡振荡 1~ min ,离心 ,置于 60~ 水浴中加热 2~ min ,立即加入 2%~ 三氟醋酸溶液 95~  $\mu L$  终止反应。

# 3 结果与讨论

### 3.1 分离酸性氨基酸异构体手性柱的考察

分离经 2.3.1 节衍生化反应制备的 NBD-Asp 及 NBD-Glu 的 D-型及 L-型异构体 ,保留时间 ,手性选择因子及分离度见表 1。结果表明 ,Chiralpak QD-1-AX 和 Sumichiral OA-2500S 色谱柱对于两种酸性氨基酸异构体具有最佳的手性拆分效果。

表 1 8 种手性固定相对天门冬氨酸及谷氨酸异构体的分离结果

Table 1 Enantiomer separations of aspartic acid (Asp) and glutamic acid (Glu) on 8 chiral stationary phases

		( 1 / 0	<u> </u>		
	天门冬氨酸 Aspartic acid	谷氨酸 Glutamic acid		天门冬氨酸 Aspartic acid	谷氨酸 Glutamic acid
色谱柱 Column	保留时间 Retention $\frac{\text{time (min)}}{D}$ $\alpha$ $R_{\text{s}}$	保留时间 Retention time $(\min)$ $\alpha$ $R_s$	色谱柱 Column	保留时间 Retention time $(min)$ $\alpha$ $R_s$	保留时间 Retention time $(\min)$ $\alpha$ $R_s$
OA-2000S	19.6 20.6 1.05 -	8.8 n. s. n. s.	OA-4600SS	18.5 n. s. n. s.	11.8 n.s. n.s.
OA-2500S	25.5 29.8 11.8 1.80	12.1 14.2 1.19 1.63	OA-4700SR	19.2 21.8 1.14 1.33	10.4 11.8 1.16 1.14
OA-3100S	8.3 9.8 1.21 0.99	4.8 5.2 1.13 0.51	QN-1-AX	30.8 26.8 1.15 1.65	14.5 15.4 1.06 0.51
OA-3300S	14.8 16.2 1.10 1.31	8.0 8.5 1.07 0.68	QD-1-AX	34.8 42.2 1.22 2.64	17.1 14.2 1.22 2.57

n.s. 未分离(Not separated)。

**3.2 2D-HPLC** 系统分离酸性氨基酸异构体 按 2.3.1 节制备 Asp 和 Glu 的外消旋体溶液进样,如图 3 所示。在分析时间内,天门冬氨酸和谷氨酸对映体各个峰均达到良好分离  $(R_s>2.5)$ ,各峰间无干扰,表明方法具有良好的专属性。同时用超纯水同法制备不含氨基酸标准品的阴性对照溶液,以相同方法测定,阴性对照溶液在天门冬氨酸和谷氨酸对映体各峰出峰时间均未见干扰峰。

#### 3.3 生物样品的分析及专属性

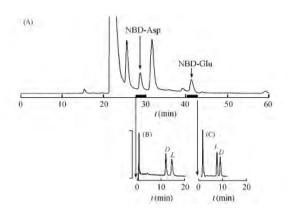


图 3 天门冬氨酸和谷氨酸的第一维(A)和第二维(B, C) 液相色谱分离色谱图

Fig. 3 HPLC Chromatograms of aspartic acid and glutamic acid in the 1st dimension (A) and the 2nd dimension (B,C)

 $\lambda_{\rm ex}$ : 470 nm;  $\lambda_{\rm em}$ : 530 nm.

## 3.4 标准曲线 检出限及定量下限

0.125 μmol/L 各氨基酸标准品水溶液用超纯 水稀释成系列浓度,按2.3.1节制备标准溶液,在 2.3.3 节色谱条件下进样测定,以峰面积为纵坐标, 标准氨基酸的量(pmol)为横坐标,分别绘制标准曲 线,并测定各氨基酸异构体在S/N=3 时的检出限及S/N=10 时的定量限(表2)。

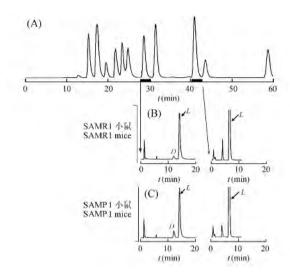


图 4 二维 HPLC 法分离测定 SAMR1 与 SAMP1 小鼠脾 脏组织中天门冬氨酸和谷氨酸异构体第一维(A)和第 二维天门冬氨酸(B),谷氨酸(C)的色谱图

Fig. 4 2D-HPLC chromatograms of the 1st dimension (A) and the 2nd dimension of aspartic acid (B), glutamic acid (C) enantiomers determination in SMAR1 and SMAP1 mice spleen

 $\lambda_{\rm \,ex}$  : 470 nm;  $\lambda_{\rm \,em}$  : 530 nm.

表 2 天门冬氨酸及谷氨酸异构体的标准曲线及定量限 检出限

Table 2 Calibration curve, LOD and LOQ of aspartic acid and glutamic acid enantiomers

标准氨基酸 Standard amino acids	线性范围 Calibration range (pmol)	标准曲线方程 Regression equation	相关系数 Correlation coefficient	检出限 LOD (fmol)	定量限 LOQ (fmol)
D-Asp	0.005 ~ 5	y = 10.32x - 0.01	0.9999	1.0	5.0
L-Asp	0.005 ~ 5	y = 8.29x + 0.04	0.9998	1.0	5.0
D-Glu	0.005 ~ 5	y = 17.95x - 0.01	0.9998	1.0	5.0
L-Glu	0.005 ~ 5	y = 14.15x + 0.04	0.9998	1.0	5.0

#### 3.5 方法回收率及精密度

取已测定 4 种氨基酸异构体浓度的小鼠脾脏组织样品 1 份 按 2.3.4 节生物样品处理方法 制得残 渣数份。于每管残渣中加入含 D-Asp , L-Asp , D-Glu , L-Glu 各  $0.0125~\mu mol/L$  的氨基酸标准品水溶液 10 μL 代替超纯水 ,剩余步骤按 2.3.4 节 "加硼酸钠缓冲溶液"起的步骤操作 ,制得样品溶液 ,取 1 μL 进 样,测定方法回收率及日内,日间精密度。本方法对D-Asp,L-Asp,D-Glu和L-Glu的回收率平均值分

别为 98.1% ,100.8% ,103.5% 和 97.3%。 日内日间精密度的 RSD 均小于 5% (n =5)。

#### 3.6 SAMP1 及 SAMR1 小鼠胸腺和脾脏 中酸性氨基酸异构体的测定

取实验用 SAMP1 小鼠及 SAMR1 各 6只,各用0.125 mg/g 体重用量的苯巴比 妥麻醉 按2.3.2 节处理 ,取制得的样品溶 液 ,各进样 1 μL 测定(表 3)。SAMP1 小鼠 胸腺和脾脏组织中的 D-Asp 含量明显高于 表 3 SAMP1 及 SAMR1 小鼠胸腺和脾脏中天门冬氨酸和谷氨酸异 构体的测定结果 $(x \pm SE, n = 6)$ 

Table 3 Determination results of aspartic acid and glutamic acid enantiomers in the thymus and spleen of SAMP1 and SAMR1 mice ( $x \pm SE$ ,

	酸性氨基酸 Acidic amino	胸腺 Thymus (nmol/g)		脾脏 Spleen (nmol/g)		
	acids	SAMP1	SAMR 1	SAMP1 SAMR	1	
	D-Asp	206 ± 18*	133 ± 16	264 ± 21* 155 ± 1	8	
	L-Asp	$2084 \pm 305$	$1849 \pm 276$	$2212 \pm 199 \qquad 2040 \pm 3$	09	
	D-Glu	n. d.	n. d.	n. d. n. d.		
	L-Glu	$6356 \pm 543$	$5886 \pm 578$	$6850 \pm 806$ $7236 \pm 9$	81	

<sup>\*</sup> p < 0.01; nd: 未检出(Not detected)。

SAMR1小鼠(P<0.01, n=6), 而L-Asp及

L-Glu 含量并无明显差异,两组小鼠胸腺组织中均未检出 D-Glu。

#### 3.7 本方法的特点

 $2D ext{-HPLC}$  法是生物样品中  $D ext{-}$ 型氨基酸分析方法中专属性较高的一类方法。本研究通过对分离酸性氨基酸异构体的手性固定相考察 ,应用  $QD ext{-}AX$  型离子交换机理色谱柱为第二维手性分离柱 ,并配合使用分离效能较高的硅胶基质 ODS 整体柱 构建了全自动  $2D ext{-}HPLC$  系统对生物样品中  $NBD ext{-}F$  荧光衍生化的酸性氨基酸各异构体实现了同时分离 ,并且在线确证了其定量值 ,方法简便快速 ,具有较高的异构体色谱峰形 ,分离度  $(R_s > 2.5)$  ,灵敏度 (LOD = 1 fmol) 和专属性。

D-酸性氨基酸在哺乳动物体内虽然仅微量存在,但其生理功能和疾病标志物作用最近受到广泛研究,并已发现 D-天门冬氨酸与一些老年性疾病(如老年性痴呆(Alzheimer disease,AD) $^{[13]}$ 、白内障 $^{[13]}$ 等)有相关性。本研究首次在免疫功能低下的快速老化小鼠模型 SAMP1  $^{[14]}$ 的重要免疫器官胸腺和脾脏组织中观察到 D-天门冬氨酸均有明显增高的趋势(p < 0.01),说明 D-天门冬氨酸在胸腺和脾脏组织中的生理功能及其与老年性疾病,免疫系统疾病之间的关系值得进一步研究。

#### References

- 1 Fujii N. Orig. Life Evol. Biosph. , 2002 , 32(2): 103 127
- 2 Aniello A D. Brain Res. Rev. , 2007 , 53 (2): 215 234
- 3 Dudel J. Eur. J. Neurosci. , 2004 , 20(1): 161 166
- 4 Pätzold R, Schieber A, Brückner H. Biomed. Chromatogr., 2005, 19(6): 466-473
- 5 Han H, Miyoshi Y, Ueno K, Okamura C, Tojo Y, Mita M, Lindner W, Zaitsu K, Hamase K. J. Chromatogr. B, 2011, 879 (29): 3196 3202
- 6 LU Xin , LU Jie , LIU Cheng-Wei , ZHAO Shu-Lin. *Chinese J. Anal Chem.* , **2007** , 35(8): 1151 1154. 卢 昕 , 卢 洁 , 刘承伟 , 赵书林. 分析化学 , **2007** , 35(8): 1151 – 1154
- 7 Tsesarskaia M, Galindo E; Szokan G. Biomed. Chromatogr., 2009, 23(6):581-587
- 8 Morikawa A , Hamase K , Inoue T , Konno R , Niwa A , Zaitsu K. J. Chromatogr. B , 2001 , 757 (1): 119 125
- 9 SHEN Han-Xi , YANG Guo-Sheng , GAO Ru-Yu , WANG Qin-Sun. Chem. J. Chinese Universities , 1995 , 16 (7): 1072 1074

沈含熙,杨国生,高如瑜,王琴孙. 高等学校化学学报,1995,29(7):1072-1074

- 10 Song Y , Feng Y , LeBlanc MH , Zhao SL , Liu YM. Anal. Chem. , 2006 , 78(23): 8121 8128
- 11 Huang Y , Shi M , Zhao SL. J. Sep. Sci. , 2009 , 32 (17) : 3001 3006
- 12 Thorsen G, Bergquist J. J. Chromatogr. B, 2000, 745(2): 389 397
- 13 Fujii N , Kaji Y , Fujii N. J Chromatogr B , **2011** , 879 (29) : 3141 3147
- Toichi E , Hanada K , Hosokawa T , Higuchi K , Hosokawa M , Imamura S , Hosono M. Mech. Ageing. Dev. , 1997 , 99(3): 199 217

# Establishment and Application of an Automated Chiral Twodimensional High Performance Liquid Chromatography for Bio-analysis of *D*-Acidic Amino Acids

HAN Hai\*, WANG Qi-Qin, WU Hui-Hui, WANG Huan (College of Pharmacy, Jinan University, Guangzhou 510632, China)

**Abstract** The physiological and bio-marker function of *D*-acidic amino acids is now becoming the hot topic on metabolomics study and new drug discovery. A fully automated two-dimensional high performance liquid chromatography (2D-HPLC) system was established by using monolithic ODS column as the first dimension

column , acetonitrile-trifluoro acetic acid-water (9: 0.05: 92 , V/V) as the mobile phase; micro Chiralpak QD-1-AX column as the enantiomer separation column , 10 mmol/L citric acid in methanol-acetonitrile (50: 50 , V/V) as the mobile phase for the second dimension ,4-fluoro-7-nitro-2 ,1 3-benzoxadiazole (NBD-F) as the fluorometrical derivative reagent. The separation efficiency ( $R_{\rm s} > 2.5$ ) , determination sensitivity (LOD = 1 fmol) of acidic amino acids enantiomers were higher than those of existing methods , and an online confirmation of the enantiomers amounts was also achieved using this system. The recoveries were around 97–104% , RSD values for intra-day and inter-day precision were less than 5% for the acidic amino acids enantiomers in the biological samples. Furthermore , by analyzing the aging model senescence accelerated mouse prone 1 (SAMP1) mice which have low immunocompetence , the amounts of D-aspartic acid in thymus and spleen were determined as (206 ± 18) and (264 ± 21) nmol/g , respectively. It is the first time that an obvious trend of the increasement of D-aspartic acid (p < 0.01) was observed in thymus and spleen of SAMP1 mice compare to senescence accelerated mouse resistant 1 (SAMR1) mice.

**Keywords** *D*-Acidic amino acids; Enantiomers; Full-automated; Two-dimensional high performance liquid chromatography; Senescence accelerated mouse prone 1

(Received 3 January 2014; accepted 6 March 2014)

This work was supported by the National Natural Science Foundation of China (No. 81202499)

## Analytica China 2014 蓄势待发,近200 家新展商企业首度加盟

2014年9月24~26日 备受瞩目的第七届慕尼黑上海分析生化展(analytica China)将在上海新国际博览中心隆重召开举行 展示面积预计将达30 000 平米。本届展会共开设三大展区 其中 N1 馆作为生命科学、生物技术及诊断展区将全新亮相 N2 馆为分析与质量控制展区 N3 馆实验室装备与技术展区为今年的新增展馆。

由于 analytica China 2014 的参展反应热烈 ,为满足更多企业的参展需求 ,展会已由 2012 年的两个馆扩展到  $N1 \times N2$  和 N3 三个馆 ,可展位销售依旧供不应求。截至 2014 年 3 月底 ,已确认参展的展商数量已突破 510 家 ,较 2012 年同期增长了 30% 。此外 不少国家还计划以国家展团的方式参加 ,目前已经在组建的国家展团包括德国、英国、日本和韩国。

随着展会知名度和号召力的不断提升,许多新的业内企业纷纷慕名而来,且涉及的行业也越来越广泛,如生命科学、诊断、材料分析、食品分析、生物技术服务及第三方检测等。截止 2014 年 3 月底,analytica China 2014 已迎来了近 200 家首次参展的新展商,包括 3 M、Abcam、AirClean Systems、Aladdin、ANEST IWATA、北京成威博瑞、Bel Engineering S. R. L.、Bronkhorst、FOSS ANALYTICAL、Newport、日本信和化工株式会社、台湾波仕特生物科技、台湾勤研科技、Think-lab、TSI、Wilsonart、矽感信息科技等。"参加 analytica China 已成为许多企业开拓中国及亚洲市场的重要推广渠道,这也是为什么有越来越多的新企业加入到我们当中。"

慕尼黑展览(上海)有限公司项目组总监路王斌先生说道,"展会上的这些新面孔将为 analytica China 2014 注入新的活力,也将为现场观众和终端用户带来更多新产品和灵感。"

analytica China 是分析和生化技术领域的国际性博览会。凭借着 analytica 的国际品牌 展会吸引了来自全球主要工业国家的分析、诊断、实验室技术和生化技术领域的厂商。发展至今 analytica China 已成为中国乃至亚洲最大的分析、实验室技术、诊断和生化技术领域的专业博览会 是业内领军企业全面展示最新技术、产品和解决方案的最佳平台。此外 展会同期举办的 analytica China 国际研讨会也是业内人士关注的焦点 其聚焦整个行业的发展 是科学技术和行业技术相互传递的理想平台。