

## 检测技术及其在生命科学中的应用进展

王绪明

(中国人民解放军总后勤部卫生部药品仪器检验所 北京 100071)

**摘要** 本文对检测技术及其在生命科学中的应用进展进行综述, 阐述现代检测器, 如二极管阵列紫外检测器、示差折光检测器、电化学检测器、红外检测器、核磁共振检测器、质谱检测器、蒸发光散射检测器、小角度激光散射检测器等在药物食品质量控制、快速分析、毒物毒剂、临床医学和环境检测等生命科学方面的应用。

**关键词** 技术 现代检测器 生命科学

现代检测技术中, 检测器 (Detector) 是分析仪器的重要组成部分。通过吸收光的变化或电的变化等与浓度相关, 以检测样品的浓度与含量进行定性和定量分析。要求其灵敏度高、噪音少, 基线稳定, 响应值的线性范围宽。近年来各国都在研究开发各种新的检测技术, 目前已成功地研究出各种接口 (interface), 使之将整台仪器做为检测器, 开发各种仪器的联用, 因而进一步扩大各种仪器的应用范围, 现已广泛应用于石油化工、医药卫生、食品环保等各个领域, 特别是与高效液相色谱联用, 既可很好地分离又可检测, 在人体健康的生命科学领域中更具重要意义。

### 1 紫外检测器 (UVD)

通常采用固定波长 254nm。为获得 UV-VU 光谱, 经各国学者不断研究改进, 美国光谱物理 (SP) 公司推出光栅自动快速扫描 UVD。美国 Agilent 公司推出 1100 系列 HPLC 仪, 装有高精度二极管阵列检测器 (DAD), 它由 1024 个二极管组成, 在 190 ~ 950nm 波长范围能自行校正波长, 可实时采集全光谱, 进行色谱峰的纯度分析、准确定量。操作更加简便快速<sup>[1]</sup>。Angelika<sup>[2]</sup> 应用 HPLC-DAD 分离测定土壤、水、泥浆和空气中危害生命的致癌、致突多环芳烃, 灵敏度达到 ng 水平。LIU Yuzhen 等<sup>[3]</sup> 建立 RP-HPLC-DAD 法测定防治心血管病药物戊四硝酯粉的含量。实验采用 ODS 柱, 甲醇 + 水 (70+30) 为流动相, 检测波长 206nm, 方法简便, 重现性好, 为控制该药的质量提供可行的方法。FENG Yingjie 等<sup>[4]</sup> 采用 HPLC-DAD 法同时测定中药复方丹参制剂中原儿茶酚、丹酚酸 B、丹参酮 IIA、隐丹参酮、三七皂苷 R1、人参皂苷 Rb1 和 Rg1 等七种成分, 为全面评价其质量标准提供依据。Liu ZM 等<sup>[5]</sup> 以 HPLC-

UVD 法, 采用 TSKG3000SW 分子筛色谱柱 (分子量范围 1000~300000), 流动相为 2mol/L 尿素, 流速 1mL/min, 检测波长 216nm, 对男性精液生殖细胞精蛋白进行分离研究, 结果首次证实精蛋白 (相对分子量 4800~25000) 异常或含量不足是男性不育的重要原因。王绪明<sup>[6]</sup> 报道 Raghuvveeran 等<sup>[7]</sup> 用 RP-HPLC-UVD 法测定水中的糜烂性化学毒剂芥子气 (HD)。实验采用岛津 LC-6A HPLC 仪, 色谱柱为 Polygosil C<sub>18</sub> 不锈钢柱, 流动相为甲醇 + 水 (63+37); RCS-C<sub>18</sub> 预柱; 流动相为甲醇 + 水 (75+25), 二者皆为 1.5mL/min, 检测波长 200nm, 结果在 10 ~ 40 μg 范围内呈线性关系。本法简便快速准确, 为核查化学裁军协定的执行情况提供方法。杨小红等<sup>[8]</sup> 用 HPLC-DVD 法测定冰毒中毒患者血浆中甲基苯丙胺及其代谢物苯丙胺的含量。为临床快速诊断提供方法, 也为打击走私冰毒提供有力的手段。

### 2 荧光检测器 (FLD)

FLD 的灵敏度比 UVD 高一个数量级, 最适于检测体内微量药物。鲁燕侠<sup>[9]</sup> 等 RP-HPLC-FLD, 以  $\lambda_{ex}$ : 290nm,  $\lambda_{em}$ : 330nm 同时测定大鼠脑组织中 5 种神经递质的含量, 为临床检测提供参考。温预关等<sup>[10]</sup> 用岛津 LC-3A HPLC-FLD 法, 以  $\lambda_{ex}$ : 345nm 和  $\lambda_{em}$ : 460nm 测定抗焦虑、抗惊厥新药扎来普隆 (zaleplon) 胶囊的含量, 研究人体药代动力学。实验选用乙腈 + 水 (50+50) 为流动相, 分离效果较好, 线性范围在 1~100ng/mL, 方法简便灵敏。经 20 名志愿者服药, 所得之药代动力学参数为临床用药提供参考。茶叶是一种很好的饮料和保健品, 特别是绿茶、铁观音茶具抗癌作用, 更是引起人们的重视。为保证茶叶质量, WEN Yuyun 等<sup>[11]</sup> 用 HPLC-FLD 法测定茶叶中甲氰菊酯等 5 种菊酯农药残留量, 作者以乙腈 + 水 (74+26) 为流动相,

流速: 1.2 mL/min, 梯度洗脱, 柱后衍生化用 FLD 检测,  $\lambda_{ex}$ : 221 nm,  $\lambda_{em}$ : 320 nm。本法线性范围为 0.040 ~ 8.0  $\mu\text{g/g}$ 、RSD 为 3.4% ~ 6.4%, 检出限为 0.012 ~ 0.048  $\mu\text{g/g}$  (干重), 结果完全符合欧盟标准的要求。为出口茶叶质量提供保证。

### 3 示差折光检测器 (RID)

RID 亦为通用检测器, 一般用于糖类分析及凝胶渗透色谱。有人曾用 HPLC-RID 分析麦芽糖等 7 种糖类及软饮料中果糖、葡萄糖、柠檬酸等成分<sup>[12]</sup>。RID 灵敏度较低, 可据情采用。

### 4 电化学检测器 (ECD)

ECD 为一种灵敏的检测器。根据电化学原理, 色谱柱流出物的响应值随电位的变化而不同, 在一定电位条件下, 可得到不同保留时间的色谱图, 灵敏度可达 pg 水平。杨志凌等<sup>[13]</sup>应用 HPLC-ECD 检测法测定猪组织中动物生长促进剂克伦特罗。实验选用 1.7 mmol/L 氯化锂 + 甲酸 + 甲醇 (65+1+34) 为流动相, 工作电压 1.25 V, 最低检出限为 0.5 ng/g, 可用于测定猪的肌肉、肺、肝、肾及脂肪组织中的克伦特罗。防止非法使用。李曙光等<sup>[14]</sup>采用 HPLC-ECD 法检测鸡肉中 10 种磺胺类药物, 结果为 20  $\mu\text{g/kg}$ 。对于控制滥用磺胺类药物, 保证食品质量有重要意义。

### 5 红外检测器 (IRD)

IRD 系从色谱柱分离出的组分, 随流动相入红外收池进行测定。近代傅立叶红外分光光度计 (FTIR) 扫描速度快, 计算机数据处理, 使之 HPLC-IRD 得以应用。其中, 溶剂的选择尤为重要。20 世纪 80 年代 Cheh 等<sup>[15]</sup>人选用气溶剂如  $\text{D}_2\text{O}$ 、 $\text{CD}_3\text{OD}$  等, 用波长 5.75  $\mu\text{m}$  (羰基) 和 6.15  $\mu\text{m}$  (酰氨基) 吸收带测定磷脂类化合物, 结果满意。2007 年 google 报道用 HPLC-FTIR 可测定葡萄酒中的蔗糖、酒精和有机酸。

### 6 核磁共振检测器 (NMRD)

Varian 公司推出的新 NMR 检测器<sup>[16]</sup>, 已用于肽的混合物分析。HPLC 色谱柱的流出物一方面用 UV-VIS 控制, 同时, 由收集器收集样品, 最后流入磁场的探头处进行 NMR 测定。HPLC-NMR 检测器联用的关键是 NMR 流动探头。新的 HPLC-NMR 微量流动探头位于磁场中心处, 为体

积 6  $\mu\text{L}$ ,  $\phi 3\text{mm}$  的外绕 NMR 线圈流动池, 探头的下部为联接 HPLC 流动相入口和出口的标准探头; 另有一个较前大 2 倍的流动池, 用于样品收集器进行停流测量。最近, Varian 公司研究开发的低温探头 (-250 $^{\circ}\text{C}$ ), 其灵敏度比同类室温探头高 4 倍以上, 对于蛋白质研究和新药开发提供一个全新的视野。而可更换式流动池 (FIC) 对于天然产品和代谢产物的研究更是简便快速<sup>[17]</sup>。

### 7 质谱检测器 (MSD)

质谱是研究化学结构、鉴别药物毒物的重要工具, 特别是与气相色谱联用 (GC-MS) 更是简便快速。王绪明<sup>[18]</sup>曾用气相色谱-质谱检测器多次鉴定中毒患者服用的毒物巴比妥药物, 为医院抢救提供可靠依据。但对于挥发性低, 耐热稳定性差以及高分子、离子型化合物的分析则受到限制。而用 HPLC-MS 检测器则可和 GC-MS 相互补充, 使分离手段更加完善。HPLC 和 GC-MS 联用的关键是通过接口 (interface) 相联。由于 HPLC 流动相的组成比 GC 载气复杂, 因此, 对 HPLC-MS 的接口技术要求更高。目前, 较为完善的接口有以下几种。

#### 7.1 热喷雾接口 (Thermospray, TS)<sup>[19]</sup>

由 HPLC 流出的极性溶液, 以 1~2 mL/min 流速进入不锈钢毛细管 ( $ID=0.13\text{mm}$ ), 经加热蒸发呈带正负电荷的雾滴/气溶胶, 在一定的能量下, 溶剂则被油泵抽走, 正离子进入离子源。Ganes 等<sup>[20]</sup>曾用 HPLC-TS-MS, 同时分离和测定前列腺素  $\text{D}_2$  等药物的分子量。

#### 7.2 离子束接口 (Partical Beam, PB)

BP 接口为近代发展的 HPLC-MS 接口新技术。所用的流动相, 以 0.1 ~ 1.0 mL/min 流入喷雾器, 经氦气喷入脱溶剂腔使呈离子束, 再在真空条件下, 使瞬间分离至二级分液器, 经传送杆进入离子源。王绪明<sup>[21]</sup>曾报道 Timonthy<sup>[22]</sup>采用 HPLC-PB-MS, EL/CI 离子源,  $\mu$ -Bondapark 色谱柱, 流动相为水 + 乙腈 (70+30), 流速 0.27 mL/min, 成功地分离鉴定乙烯丙巴比妥等 12 种巴比妥药物, 并给出其色谱图, 为巴比妥类药物中毒的鉴定提供参考。

#### 7.3 电喷雾接口 (Electrospray, ES)

ES 是近几年继 PB 接口之后推出的 HPLC-MS 新技术。HPLC 流出物由电喷雾雾化进入高压筒状电极, 使形成一种微滴的细雾, 通过热氮气逆流脱溶剂, 使离子化进入毛细管, 在二级抽真空后出毛细管进入碰撞感应解离区 (CID), 经分离室聚

集成离子束进入离子源。HPLC-ES-MS 特别适于蛋白质、多肽和酶的分析,灵敏度可达 pmol/ $\mu$ L 水平,如测肌红蛋白(MW=16951),灵敏度为 20fmol/ $\mu$ L<sup>[23]</sup>。Oberacher 等<sup>[24]</sup>应用 HPLC-ES-MS 对人类基因组 THO<sub>1</sub> 短串联重复序列系统进行分析,结果与毛细管电泳法完全相符。Sannes 等<sup>[25]</sup>应用 HPLC-ES-MS 研究人体免疫缺陷病毒(HIV) Tat 肽与病毒转移复制 RNA 应答元件相作用,对艾滋病的机理与防治有意义。郭继芬等<sup>[26]</sup>应用 HPLC-ES-MS 分析人参皂苷 8 种成分。对于深入阐明人参功效,开发人参应用价值,寻找新的先导化合物都有重要价值。刘建芳等<sup>[27]</sup>采用 Agilent 1100 LC/ESI-MSD 联用系统,建立测定人血浆中的氟桂利嗪。样品用乙醚+环己烷(2+1)提取,可去除血浆中内源性物质的干扰。方法灵敏专一,最低检测限为 0.2ng/mL,适于生物样品分析。经 20 名健康受试者交叉口服单剂量盐酸氟桂利嗪胶囊 20mg,测得血药浓度时间曲线及动力学参数,结果满意。为临床治疗脑血管外周血管疾病患者用药提供检测手段。郭瑞臣等<sup>[28]</sup>应用 HPLC-ESI-MSD 测定尼索地平人体中的血浆浓度及药代动力学。由于该药治疗高血压心脏病的作用比硝苯地平强 4~10 倍。但给药剂量大,遇光不稳定,因此,用常规 UV 检测达不到要求。而本法灵敏度高,最低检出限为 0.15ng/mL,不仅满足低浓度检测,亦可用于生物利用度的研究。

杨凤仙等<sup>[29]</sup>应用 HPLC-ESI-MS 法,分析水和土壤中有机磷酸化合物异丙磷酸和异丙基磷酸丙酯。采用 SIM 技术,排除基质干扰,回收率分别为 100% 和 90%,灵敏度 1ng/ $\mu$ L。鉴于这些化合物属神经性毒剂如沙林等的水解产物,因此,本法可用于测定化学毒剂。由于灵敏准确故满足禁止化学武器公约组织(OPCW)的第七轮国际联试配样测试工作的需要。LI Aifeng 等<sup>[30]</sup>应用 HPLC-ESI-MS 法,采用 C<sub>18</sub> 反相色谱柱测定河豚毒素(TTX),其线性响应( $r=0.9992$ )良好,检出限为 120pg;采用 HILIC 色谱柱,在 SIM 模式下定量分析 TTX。贝类海鲜,味道鲜美,但有一种神经毒贝,严重危害人的健康甚至生命。FANG Xiaoming 等<sup>[31]</sup>应用 HPLC-TOF-MS 法测定这种毒贝中的短藻毒素 PbTx<sub>2</sub>。定性检出限为 0.5ng,定量检测限为 0.1  $\mu$ g/g。本法对于监控贝类质量有重要意义。丰英杰等<sup>[32]</sup>用 HPLC-ES-MS 法鉴定复方丹参的化学成分及其代谢成分。孙建平<sup>[33]</sup>用 HPLC-ESI-MS 法测定红葡萄酒中芦丁和白藜芦醇糖苷等 16 种酚

类物质,可用于评价葡萄酒产品质量。孙志刚等<sup>[34]</sup>采用 HPLC-ESI-MS 测定水产品中的醋酸甲羟孕酮残留量,方法快速、灵敏,可满足我国出口水产品检测的要求。

## 8 蒸发光散射检测器 (ELSD)

ELSD 对所有不挥发溶质都有响应,是一种较理想的通用检测器。其特点是灵敏度高,检出限为 10ng,不受溶剂成分及温度波动的影响,亦可用于梯度洗脱,目前已得到广泛的应用。尹俊发等<sup>[35]</sup>应用 RH-HPLC-ELSD 测定安宫牛黄胶囊中的胆酸,为其质量控制提供方法。曾令杰等<sup>[36]</sup>应用 HPLC-ELSD 分析新疆伊犁贝母中主要活性生物碱昔及其昔元的含量。平均回收率为 95%~105%。LI Songlin 等<sup>[37]</sup>曾用 HPLC-ELSD, C<sub>18</sub> 柱,以乙腈+甲醇+水(66.5+3.5+50)内含 0.006% 的三乙胺为流动相,分析 5 种贝母中 8 种生物碱的含量。结果表明,不同产地,不同季节的贝母,生物碱的含量有所不同,为贝母质量的控制提供可行的方法。SHI Wei 等<sup>[38]</sup>采用 HPLC-ELSD 法和微波辅助萃取及梯度洗脱等方法分离和测定人参根中的人参皂昔,其线性关系在 0.025~0.5  $\mu$ g/L,回收率在 85%~104%,结果发现,随着人参年龄的增长,其人参皂昔的含量也增加,为人参的质量检测提供可靠方法。邬立新等<sup>[39]</sup>用 HPLC-ELSD 法测定山茱萸药材中的熊果酸含量。为其质量控质提供方法。

## 9 小角度激光散射检测器 (LALISPD)

LALISPD 是近代 HPLC 领域中出现的一种新型检测技术。本法的基本原理是从 HPLC 流出的高分子溶液如右旋糖酐或胸前肽因子溶液等,在一束光线通过时,除产生透射和反射外,还有因分子的热运动使分子内部形成局部密度变化,而向各个角度发射散射光,称瑞利散射或分子散射。根据光散射公式和样品的测定参数而求蛋白质的相对分子量。目前,该技术在蛋白质药物研究中得到广泛的应用。快速检测多糖、蛋白质类高聚物的分子量及分子量分布参数时,可不需要标准品或外标要求。范慧红等<sup>[40]</sup>用 LALLS 法研究海藻多糖绝对分子量及其分布;用 MALLS 标定不同分子量系列肝素标准品;对大分子蛋白质类药物明胶肽质量进行研究。魏顺安等<sup>[41]</sup>用激光光散射法同时测定生物材料聚乳酸的分子量及其分布。分别为 30000~150000g/mL 和 1.3~1.8。除上述检测器外,尚有旋光检测器、

原子吸收、原子发射、原子荧光检测器等。

综上所述,现代分析技术中,检测器对于药品和食品质量控制、临床医学研究毒物快速分析、环境检测等有关生命科学的发展具有重要意义。

### 参考文献

- 刘燕萍. 全新 1100 液相色谱系统 [J], 惠普分析导报, 1995, 3 : 7
- Angelika GH. Stabilization of retention time and analysis for PNA[J]. PEAK, 1995, 3:6
- LIU Yuchen, NIE Xinyong. Determination of Powdered PentaerithritylTetranitrate by Reversed Phase high Performance Liquid Phase Chromatography with Diode Array Detector[J]. Journal of Chinese Analytical Chemistry,2006,34(3):365
- FENG Yingje, LI ping, Lisenglin et.al. Simultaneous Determination of Seven Active Component in Three Kinds of Fufang Danshen Preparation by HPLC with Diode Array Detection[J]. Chinese Anal. Chem. 2006,34(2):1702
- Liu ZM. Study on Separation of Protminces in Humen Sperm cells by High Performance Liquid Phase Chromatography[J]. Journal of Chinese Chromatography. 1994,12(6):449
- 王绪明. 反相高效液相色谱法测定水中芥子气的研究, 国外分析仪器 - 技术与应用, 1995, 1:79
- Raghuveeran CD. Reversed Phase high Performance Liquid Chromatography of sulphar Mustard Water[J].Liquid Chromatogr.1993, 16(7):1615
- 杨小红, 田开珍, 王峰等. 反相高效液相色谱二极阵列法同时测定临床毒患者血浆中的甲基苯丙胺和苯丙胺 [J], 色谱, 2003, 21 (5) : 497
- 鲁燕侠, 崔佳, 蔺兴遥等. RP-HPLC 荧光检测法测定小鼠脑组织中 5 种神经递质的含量 [J], 解放军药学学报, 2003, 19 (4) : 262
- 温预关, 马崔, 邱畅等. 扎来普隆胶囊的人体药代动力学研究 [J], 解放军药学学报, 2004, 21 (1) : 24
- WEN Yuyun, GONG Zhengbin, YAO Jianmin. Determination of Pyrethroid Pesticides in Chinese Tea by High Performance Liquid Chromatography with Fluorescence Detection of a Post-elution Photoirradiation System. J.Chinese Anal. Chem. 2005,22(3):301
- Hewlett Packard. HP Saccharide Analysis [J]. Analytical Newsletter,1991.1
- 杨志棱, 陈杖榴, 方柄虎等. 高效液相色谱 - 电化学检测法测定猪组织中的克伦特罗对人体有害的动物生长促进剂 [J], 色谱, 2003, 21 (3) : 245
- 李曙光, 赵静玫, 王文霞等. 高效液相色谱 - 电化学检测法检测十种磺胺药物在鸡肉中的残留量, 色谱, 2005, (33) 4 : 442
- Chehas. High Performance Liquid Phase Chromatography of Pospholipids with Deuterated solvents for Infrared Detection[J], Chromatogr. (Biomed,Appl), 1984, 307 (2) : 261
- Varian. LC-NMR Application [R],LC-NMR 814012 (USA) ,1995,1
- Varian. 600MHz NMR-Cold Prodes[J]. Instrument News. 2003,3:1
- 王绪明. CGC-MS 联用对中毒患者毒物快速分析的研究 [J], 解放军药学学报, 2003, (19) : 250
- Finmigen MAT. Themospray.--A New LC-MS Interface[J]. Application Date Sheet(USA.HP).1985,6:1
- Games DE, Ramsey ER. Application of Themospray[J]. Finigan Date Sheet. 1985,10:1
- 王绪明. 高效液相色谱 - 离子束 EI-CI 质谱联用鉴定巴比妥类药物 [J], 国外分析仪器 - 技术与应用, 1995,(3) : 78
- Timothy WR. Identification of Barbiturates using High Performance Liquid Phase Chromatography Patical beam EI-CI Mass Spectroscopy[J]. J.Liquid Chromatogr. 1994,19(4):867
- Hewlett Packard. How the HP Electrospary Interface Works[J]. HP Electrospary MS(USA). 1992:6
- Oberacher H, Parson W, Mhul R et.al., Analysis Polymerasse Chain Reaction on the Products by On-Line Liquid Chromatography-Mass Spectrometry for Genotyping of Polymorphic short Tanten Loci.[J]. Anal. Chem.,2001,73(2):5109
- Sannes KA, Hu p, Maek DP et al. HIV-1 Tat peptide binding to TAR RNA by Electrospary Ionization Mass Spectrometry [J]. Anal. Chem. 1997,69(24):5130
- 郭继芬, 钟大放, 乔善义等. 高效液相电喷雾质谱联用技术分析人参皂苷 [J], 质谱学报, 2003, 24 (4) : 487
- 刘建芳, 杨汉煜, 邓鸣等. 液相色谱 - 质谱联用法测定人血浆中氟桂利嗪 [J], 药物分析杂志, 2003, 23 (6) : 468
- 郭瑞臣, 魏春敏, 王文杰等. 高效液相色谱 - 质谱联用测定人体尼索地平血浆浓度及其药动学研究, 药物分析杂志, 2003, 23 (4) : 464
- 杨风仙, 于惠兰, 车月有等. HPLC-ESI-MS 分析有机磷化合物方法的研究 [J], 质谱学报, 2000, 21 (3,4) : 127
- LI Aifeng, Yu Rencheng, Zhou Mingjiang. Determination of Tetrodotoxin by Liquid Chromatography couple with ElectroscopyIon-trap Mass Spectrometry[J]. J.Chinese Analytical Chemistry. 2007,35(3):397
- FANG Xiaoming, TANG Yifeng, LIU Jinping. HPLC-Quadrupole Time-of-Flight Mass Spectrometry for the Detection of Brevetoxin PbTx-2 in Shellfish.[J]. J. Chinese Chromatography.2004,22(1):20
- 韦英杰, 李萍, 舒文武等. 高效液相色谱 - 电喷雾 - 质谱法鉴定复方丹参化学及代谢成分 [J], 分析化学, 2007, 35 (1) : 13
- 孙建平, 侯小歌, 梁峰等. 高效液相色谱 - 电喷雾离子阱质谱法测定葡萄酒中酚类物质 [J], 分析化学, 2006, 34 (11) : 1565
- 张志刚, 施冰, 王根芳等. 高效液相色谱串联质谱法测定水产品中的醋酸甲羟孕酮 [J], 质谱学报, 2006, 27 (1) : 36

- 40 Solouki T, Reinhold B B, Costello C E, O' Malley M, Guan S, Marshall A G. Anal. Chem. ,1998,70:857~864
- 41 刘波, 殷宁. 球形壳聚糖咪喃甲醛树脂的制备及吸附性能研究, 精细与专用化学品, 2007,15 (5) :18~21,24
- 42 喻胜飞. 多孔 N-乙酰化壳聚糖超滤膜的制备及表征, 合成材料老化与应用, 2007,36(1):13~15,26
- 43 应国清, 卢霞, 易喻. 壳聚糖吸附剂的制备及性能, 化工进展, 2007,26(2): 230~233
- 44 张宝忠, 杜予民, 攀李红等. 羧甲基壳聚糖 / 明胶共混膜的结构表征与吸湿保湿性, 分析科学学报, 2005,21(3): 245~248
- 45 苗晶, 陈国华, 蔺存国等. 戊二醛交联的壳聚糖硫酸酯 / 聚矾复合纳滤膜的制备及截留特性, 高校化学工程学报, 2007,21(2):227~232
- 46 李巧霞, 宋宝珍, 仰振球等. 香草醛交联的壳聚糖微囊的制备及表征, 过程工程学报, 2006,6(4):608~613
- 47 YueDong YANG, Jiu Gao YU, Yong Guo ZHOU, Pei Guo LI. Preparation and Blood Comptibility of Oxidized-chitosan Films. Chinese Chemical Letters. 2005,(7):25~27
- 48 钟颖, 樊永明. 仪器分析在木质素中的应用, 现代仪器, 2006, 03 : 11~12
- 49 陈煜, 多英全, 罗运军等. 壳聚糖和甲壳素的肉桂酰化改性, 高分子材料科学与工程, 2005,21(3) : 286~289
- 50 王丽娟, 刘峥, 王莉. 改性磁性壳聚糖微球的制备、表征及性能研究, 应用化工, 2007,36 (2): 105~108,116
- 51 邵颖, 袁幼菱. 羧甲基交联壳聚糖树脂的合成、表征及其应用, 宁波大学学报: 理工版, 2006,19(4): 503~508
- 52 魏 铭, 谭占鳌. 壳聚糖 / 二氧化硅纳米复合膜的制备、结构与性能表征, 武汉理工大学学报· 信息与管理版, 2006,28(1):157~160

## Applications of instrumental analysis for chitin, chitosan and its ramification

Luo Xuyan Zhu Chuanhua

(Jiangxi University of Science and Technology, Ganzhou 341000)

**Abstract** The applications of infrared spectrum(IR), ultra-violet spectrums(UV), nuclear magnetic resonance(NMR), mass spectrum(MS), scanning electricity microscopy(SEM), and X-ray diffraction in functional group, structure, analysis of chitin, chitosan and its ramification were summarized and prospected the application and development of instrumental analysis techniques in chitin and chitosan and its ramification.

**Key words** Chitin Chitosan IR pectrums UV pectrums NMR Mass spectrums Scanning electron microscopy (SEM) X-ray diffraction

(下接第 9 页)

- 35 尹俊发, 杨更亮, 李志伟等. 反相高效液相色谱 - 蒸发光散射法测定安官牛黄胶囊胆酸 [J], 色谱, 2003, 21 (5) : 494
- 36 曾会杰. 伊贝母中活性生物碱的 HPLC-ELSD 分析 [J], 药物分析杂志, 2003, 23 (4) : 274
- 37 LI Songlin, LIN Ge, CHAN Shanwan.et.al. Determination of isosteroida lalkaloids in bulbu of Fritillart by High Performantion Liquid Chromatograph couple wit evaporative light scaffering detection[J]. J.Chromatogr. A. 2001, 909: 207
- 38 SHI wei, Wang Yutang, Quan Xinjun et.al. Determination of Ginsenosides in the Rort of Radix Ginseng by HPLC Evaporative Light Scattering Detection. J. Chinese Anal. Chem. 2006,34(2):243
- 39 郭立新, 唐卫文, 及元乔. HPLC-ELSD 测定山茱萸中熊果酸含量 [J], 药物分析杂志, 2003, 23 (5) : 358
- 40 范慧红. 激光光散射技术在生物大分子药物质控中的应用 [J], 食品与卫生, 2005, 7 (6) : 236
- 41 魏顺安, 李坤, 苏文征. 激光光散射法测定聚乳酸分子量及其分子量分布 [J], www.Gotoread.com 浏览网 2007.5

## Recent new advance of application for modern detected technique and its in biotic science

Wang Xuming

(Institute for Drug and Instrument Control of Health Dept GLD of PLA, Beijing 100071)

**Abstract** This review has reported recent new advance of application for modern detected technique and its in biotic science. Its has been introduction news detector ,for exsample. Biode array detector, Differential refraction detector, Electrochemical detector, Infrared detector, NMRdetector, MS detector, ELSD detector, LALISPD detector, etc.,and its application of mass control for drugs ,foods, qiucly analysis, pison, chemical agent, studies of clinical medicine, detection environment pollution etc.,in biotic science

**Key words** Technique Modern detector Biotic science